IV WTR do PoP-BA

25 a 27 de Setembro de 2013 – Salvador/BA

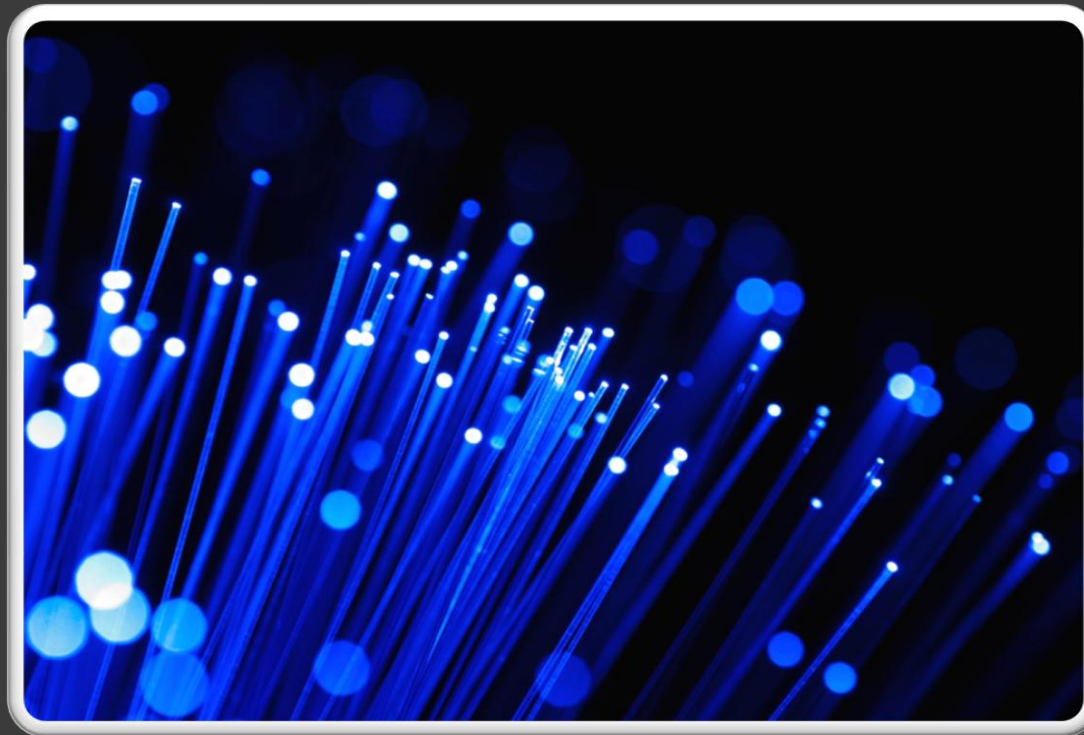
Construção e Certificação de Redes Ópticas

Luiz Barreto

Agenda:

1. Princípios de transmissão óptica
2. Infraestrutura de sistemas ópticos
   2.1. Cabeamento óptico;
   2.2. Terminações ópticas;
   2.3. Emendas ópticas;
3. Implantação e Certificação de Sistemas Ópticos
   3.1. Falhas;
   3.2. Implantação
   3.3. Obrigações contratuais;
   3.4. Documentação
   3.5. Aceite
4. Atividade Prática: Fusão de fibras ópticas

1 - Princípios de Transmissão Óptica

Porque utilizarmos fibras ópticas na construção de redes de computadores?

Porque utilizarmos fibras ópticas na construção de redes de computadores?

- Vantagens das fibras ópticas:
  - Altas taxas de transmissão
  - Baixa atenuação (minimiza a necessidade de regeneradores)
  - Baixo peso por metro
  - Baixo custo de instalação
  - Pequeno diâmetro
  - Imunes a interferências eletromagnéticas
  - Dispensam aterramentos
  - Não produzem curto circuitos
  - Imunes a corrosão
  - Não propagam surtos de eletricidade

Porque utilizarmos fibras ópticas na construção de redes de computadores?

- Vantagens das fibras ópticas:
  - Sistemas ópticos são bastante confiáveis!
  - Há apenas duas razões para um sistema óptico não entrar em operação depois de instalado:
    - Falha no equipamento;
    - Fibra ou cordão rompido;

E quando um enlace fica instável?

- Potência de saída insuficiente;
- Perda excessiva ao longo da fibra;
- Largura de banda;

Princípios importantes:

- Parâmetros considerados no projeto de sistemas ópticos:
  - Aceitação de luz;
  - Perda de luz;
  - Largura de banda;
- Esses parâmetros são determinados pela região mais interna da fibra, denominada **núcleo**.

POP-BA

Princípios importantes: transmissão óptica

- A transmissão óptica consiste na propagação de uma radiação eletromagnética, tipicamente luz infravermelha, através de um meio vítreo.
- Para a transmissão são utilizadas as propriedades de reflexão e refração desse meio.
  - Todos os materiais transparentes à luz possuem um **índice de refração**.
  - Este índice é definido pela relação:

$$\eta = \frac{\text{Velocidade da luz no vácuo}}{\text{Velocidade de luz no material}}$$

Princípios importantes: Porque a refração é relevante?

- **Refração** é o termo que se aplica á deformação sofrida pela luz quando esta atravessa a superfície que delimita dois meios com índices de refração diferentes.
- Fundamental para definir o ângulo de incidência do laser no núcleo da fibra.

Normal

Reflexão Total

θ

Ângulo Crítico

Princípios importantes: Porque a refração é relevante?

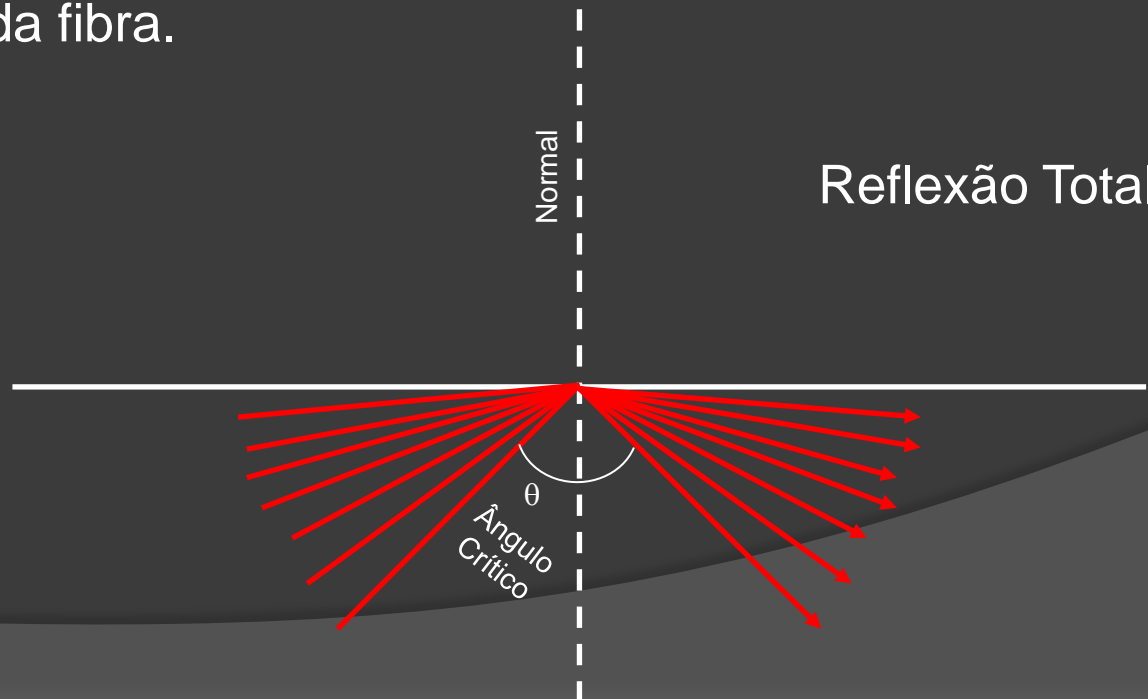
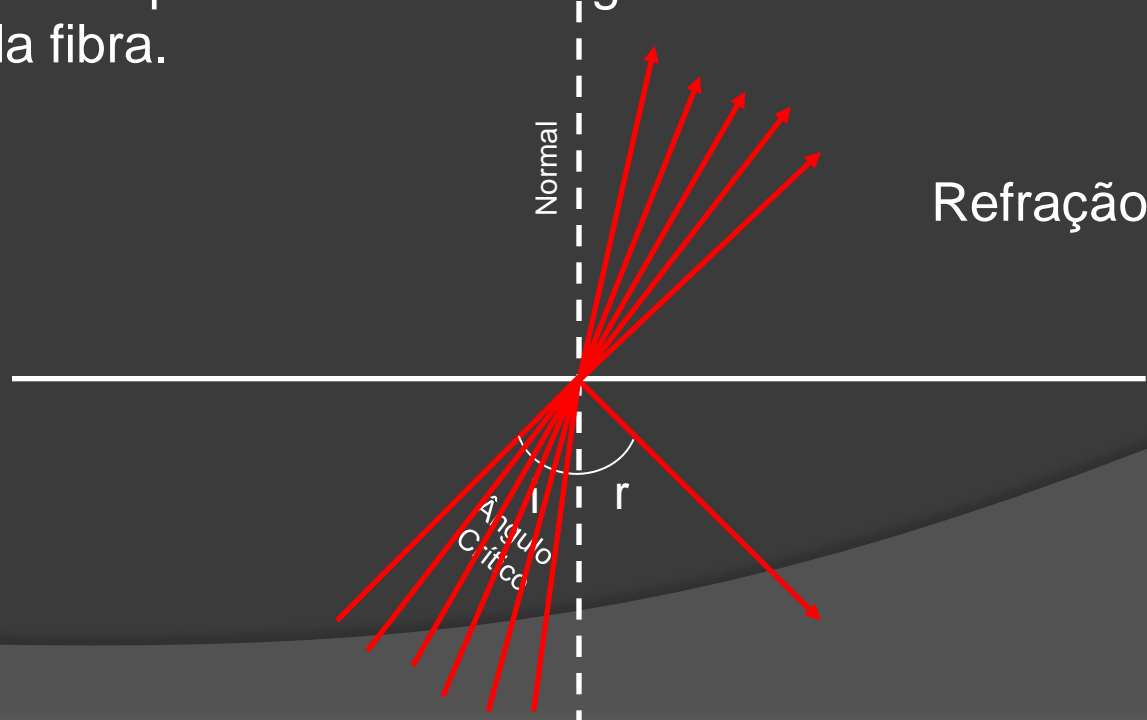
- **Refração** é o termo que se aplica á deformação sofrida pela luz quando esta atravessa a superfície que delimita dois meios com índices de refração diferentes.
- Fundamental para definir o ângulo de incidência do laser no núcleo da fibra.

Normal

Refração

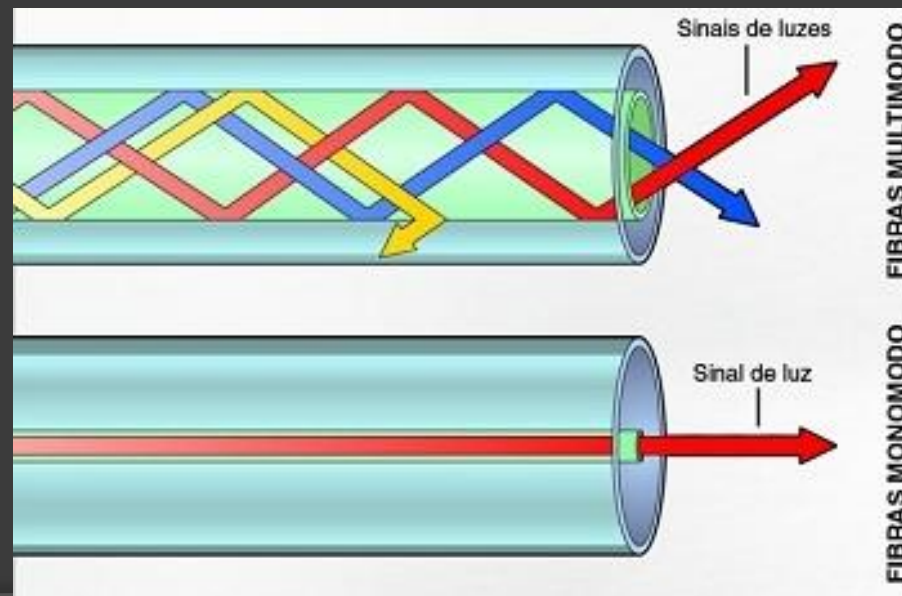
i

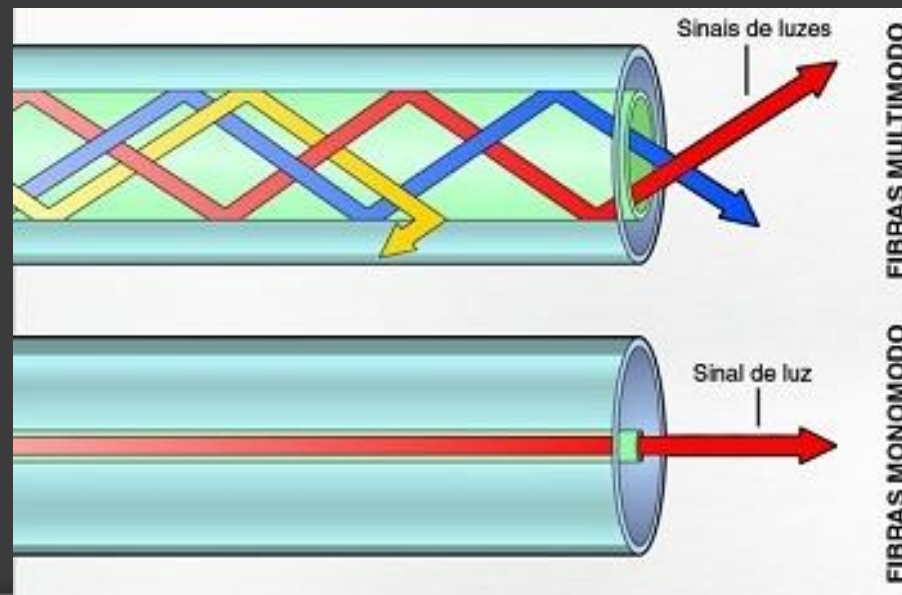
r

Ângulo Crítico

Princípios importantes: Porque a refração é relevante?

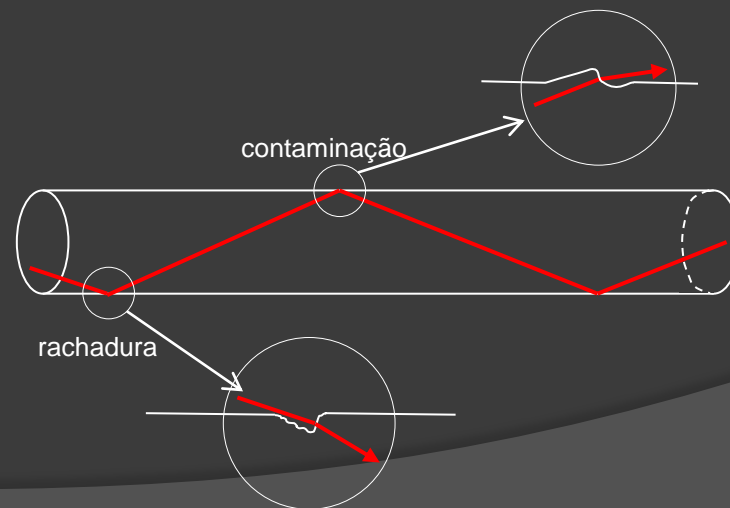
Feixe de luz propagado em tudo de vidro

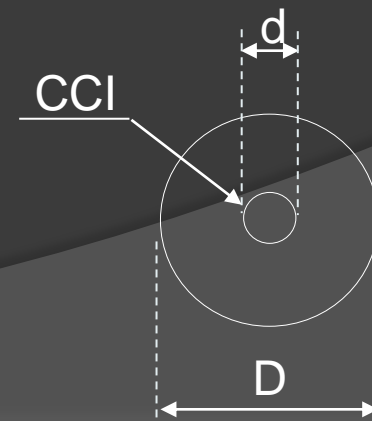
Princípios Importantes: Fibras Monomodo

- Para viabilizar enlaces com 50 Km de extensão e bandas acima de 1 Gbps, foi preciso eliminar a dispersão modal;
- A forma encontrada foi, simplesmente, eliminar todos os modos, exceto um.

Princípios Importantes: Fibras Monomodo

- A fibra óptica **monomodo** (single-mode) foi desenvolvida para transportar apenas um feixe de luz;
- Devido à sua capacidade de reter o pulso de luz dentro da fibra, permite a transmissão do sinal por distâncias superiores à multimodo.

Princípios importantes: Contaminantes

- Teoricamente, é possível criar um cilindro com alto índice de refração, cuja superfície externa seja absolutamente lisa e capaz de criar o fenômeno reflexão interna total.
- Na prática, tal cilindro não existe, pois é impossível evitar pequenos danos e contaminações em sua superfície, durante sua fabricação

POP-BA

Princípios importantes: Interface núcleo – casca (CCI*)

- O conceito de duas camadas foi desenvolvido com o objetivo de criar uma interface (CCI) de alta qualidade, lisa e isenta de impurezas.
- O núcleo transmissor de luz, com índice de refração menor, é revestido por uma casca com índice de refração maior, que o isola de impurezas e protege sua superfície de arranhões.
- Uma fibra cuja CCI seja íntegra e livre de contaminantes proporciona reflexão interna ininterrupta para a luz, desde que não sofra curvamentos críticos.

(*) **C**ore **C**lad **I**nterface

Princípios importantes: Perdas de Luz e Atenuação

- A perda de potência sofrida pela luz ao percorrer uma fibra é chamada **atenuação** ou **perda de inserção**.
  - Fatores intrínsecos: Ocorrem dentro do núcleo da fibra.

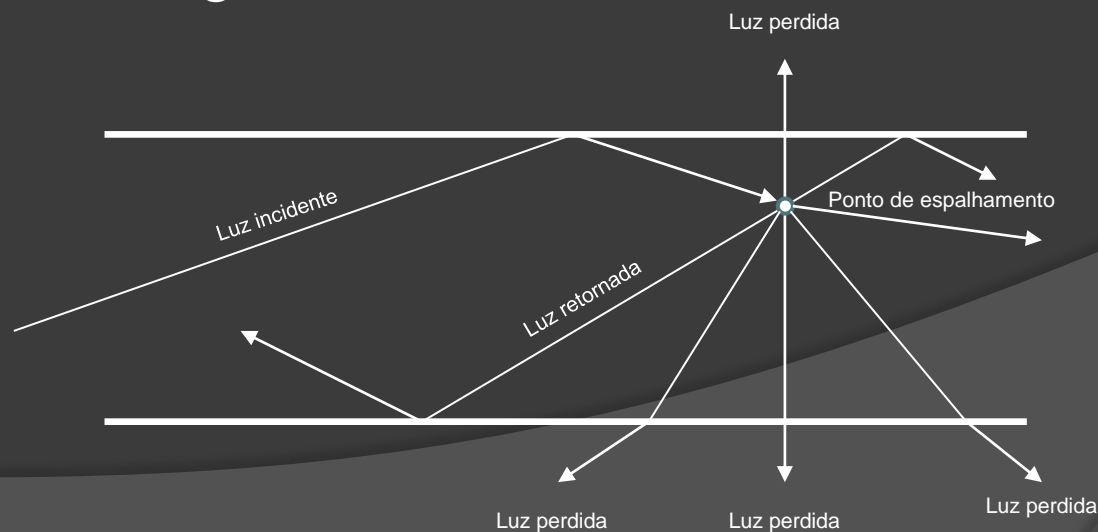
    Ex: Absorção e Espalhamento;
  - Fatores extrínsecos: Deve-se a alterações sofridas pela CCI

    Ex: Micro curvaturas e Macro curvaturas;

Princípios importantes: Absorção

- Absorção: é um fenômeno que ocorre quando a luz se perde por colisões com estruturas atômicas dentro do núcleo.
- As estruturas atômicas do núcleo absorvem radiação eletromagnética em comprimentos específicos. Por isto, a atenuação está diretamente associada aos comprimentos de onda

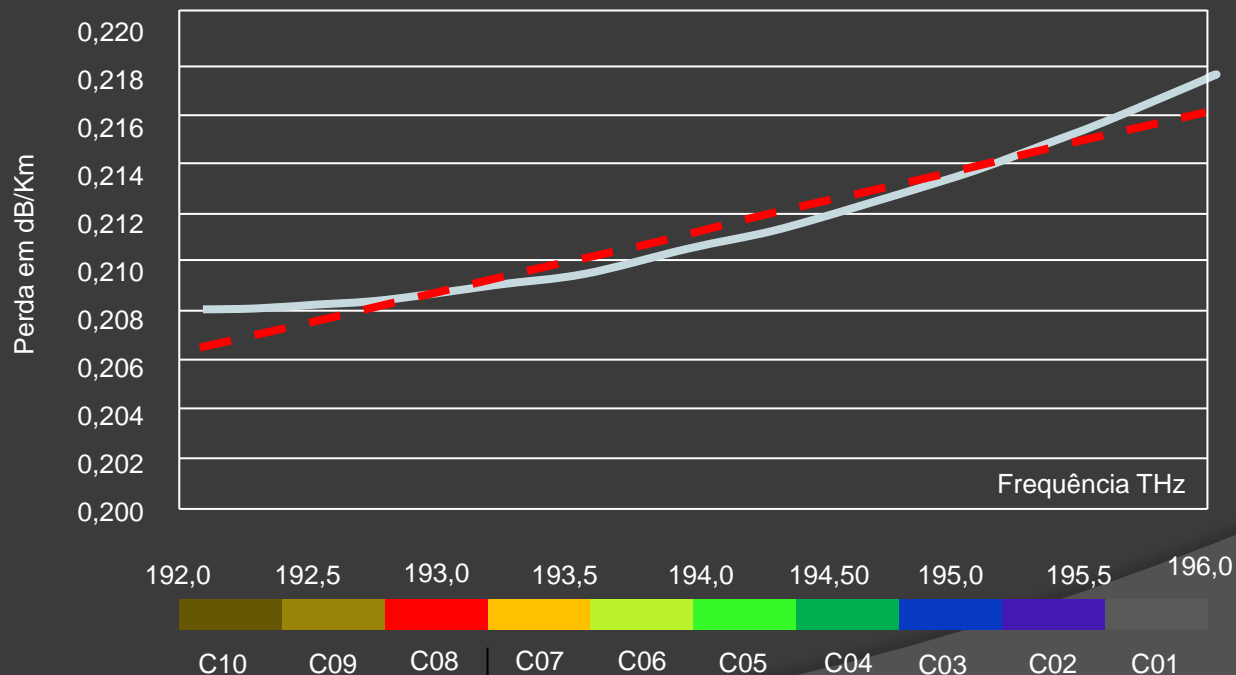
Princípios importantes: Espalhamento

- O **espalhamento Rayleigh** é o fenômeno pelo qual a luz se espalha em todas as direções, devido a colisões sofridas com transientes estruturais do núcleo.
- Parte da luz segue em frente, parte se perde, parte é refletida para a origem.

Princípios importantes: Atenuação

- Atenuação também depende do comprimento de onda utilizado para transmissão.

Canal	C10	C09	C08	C07	C06	C05	C04	C03	C02	C01

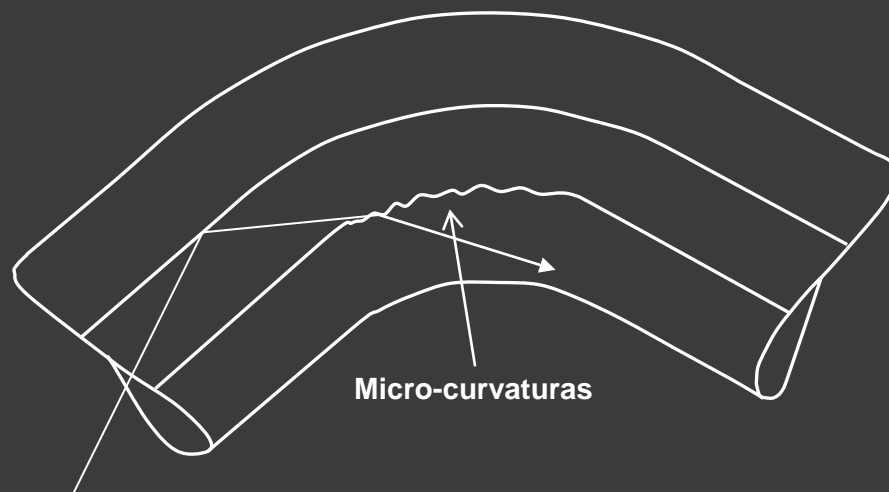
Perda em dB/Km: 0,220; 0,218; 0,216; 0,214; 0,212; 0,210; 0,208; 0,206; 0,204; 0,202; 0,200

Frequência THz: 192,0; 192,5; 193,0; 193,5; 194,0; 194,50; 195,0; 195,5; 196,0

Atenuação x Frequência em fibra monomodo standard, G.652

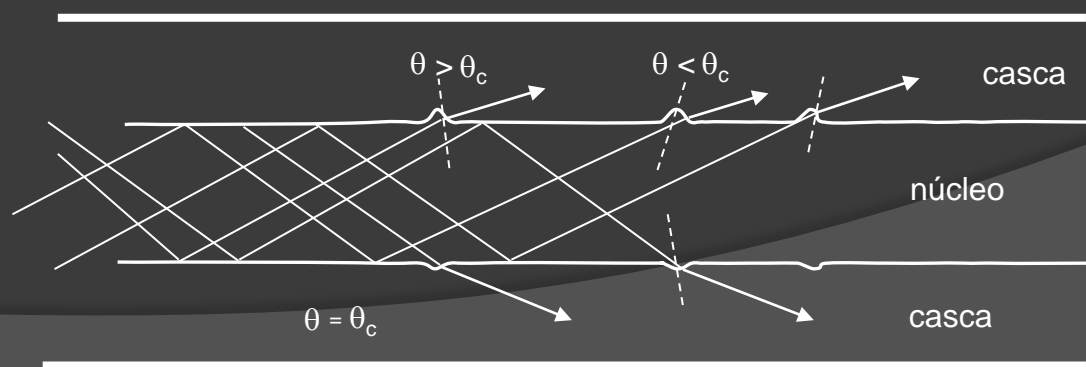
Princípios importantes: Dispersão

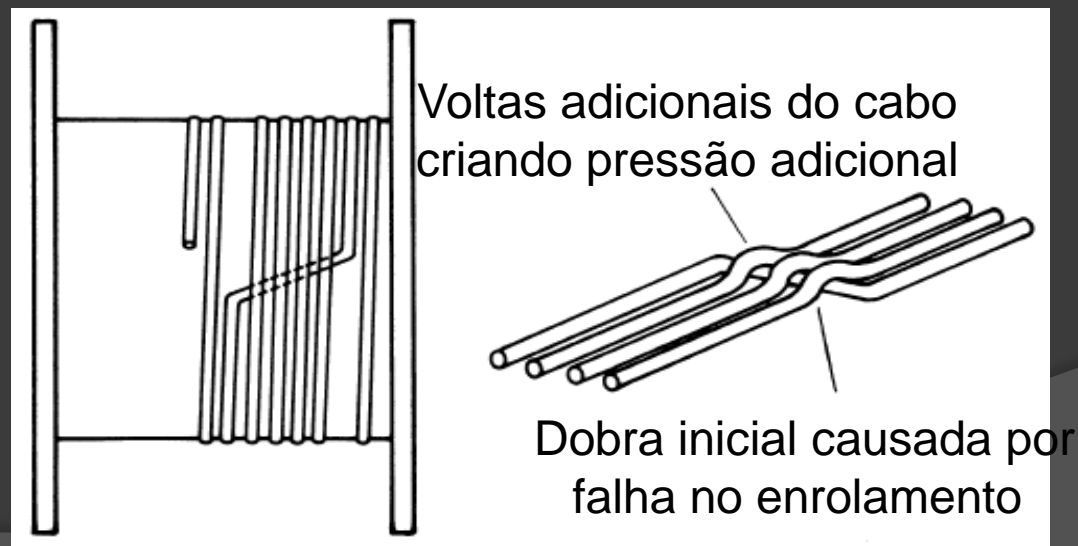
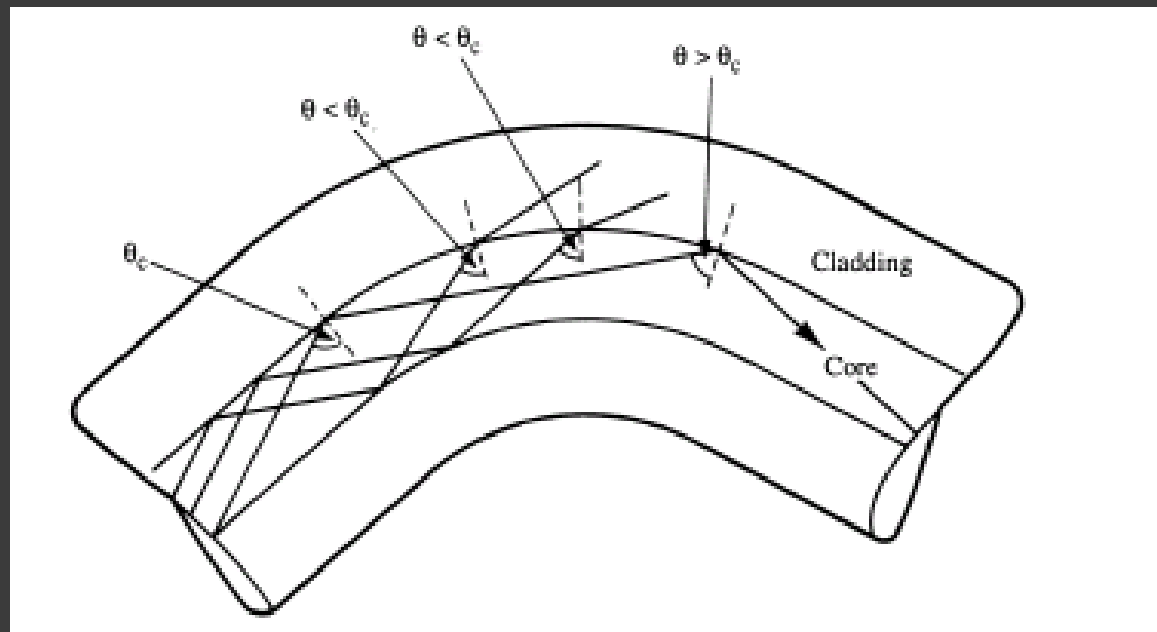
- Ondas de comprimentos diferentes viajam em velocidades diferentes, provocando o alargamento dos pulsos.
- Quanto maior é a distância percorrida, mais difícil se torna distinguir um pulso “1” de um pulso “0”.
- Este efeito é conhecido como ISI (*Inter-Symbol-Interference*).

Princípios importantes: Micro curvaturas

- As **Micro curvaturas** são curvaturas microscópicas produzidas na interface casca/núcleo (CCI), por compressão e danos.
- São mais críticas em fibras monomodo.

A figura acima mostra a luz se perdendo em microcurvatura produzida por curvatura acentuada na fibra.

Princípios importantes: Micro curvaturas

- As **Micro curvaturas** podem ser a maior causa de atenuação em fibras. A CCI pode sofrer rugosidades em decorrência de problemas ambientais e de tensões produzidas por falhas de produção ou instalação.
- Algumas vezes, uma fibra apresenta boa transmissão em condições normais, mas, apresenta perdas severas quando manipulada, caso tenha tendência a micro curvaturas.
- Um simples conector, que nada provoca numa fibra normal, cria perdas significativas numa fibra com tendência a micro curvaturas.

Princípios importantes: Macro curvaturas

- As **Macro curvaturas** podem ser causadas pelo manuseio e estocagem inadequados e também por instalação incorreta do cabeamento óptico.
- Curvaturas recorrentes provocam atenuações consideráveis e diminuem a vida útil do cabo e das fibras.

Princípios importantes: Macro curvaturas

Exemplo de perda provocada por curvatura excessiva numa fibra:

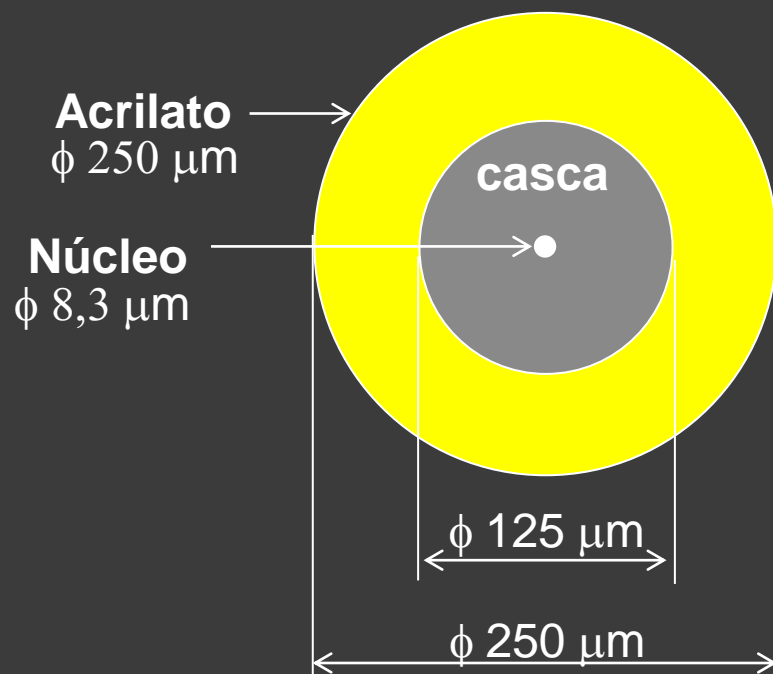
2- Infraestrutura de Sistemas Ópticos

2- Infraestrutura de Sistemas Ópticos

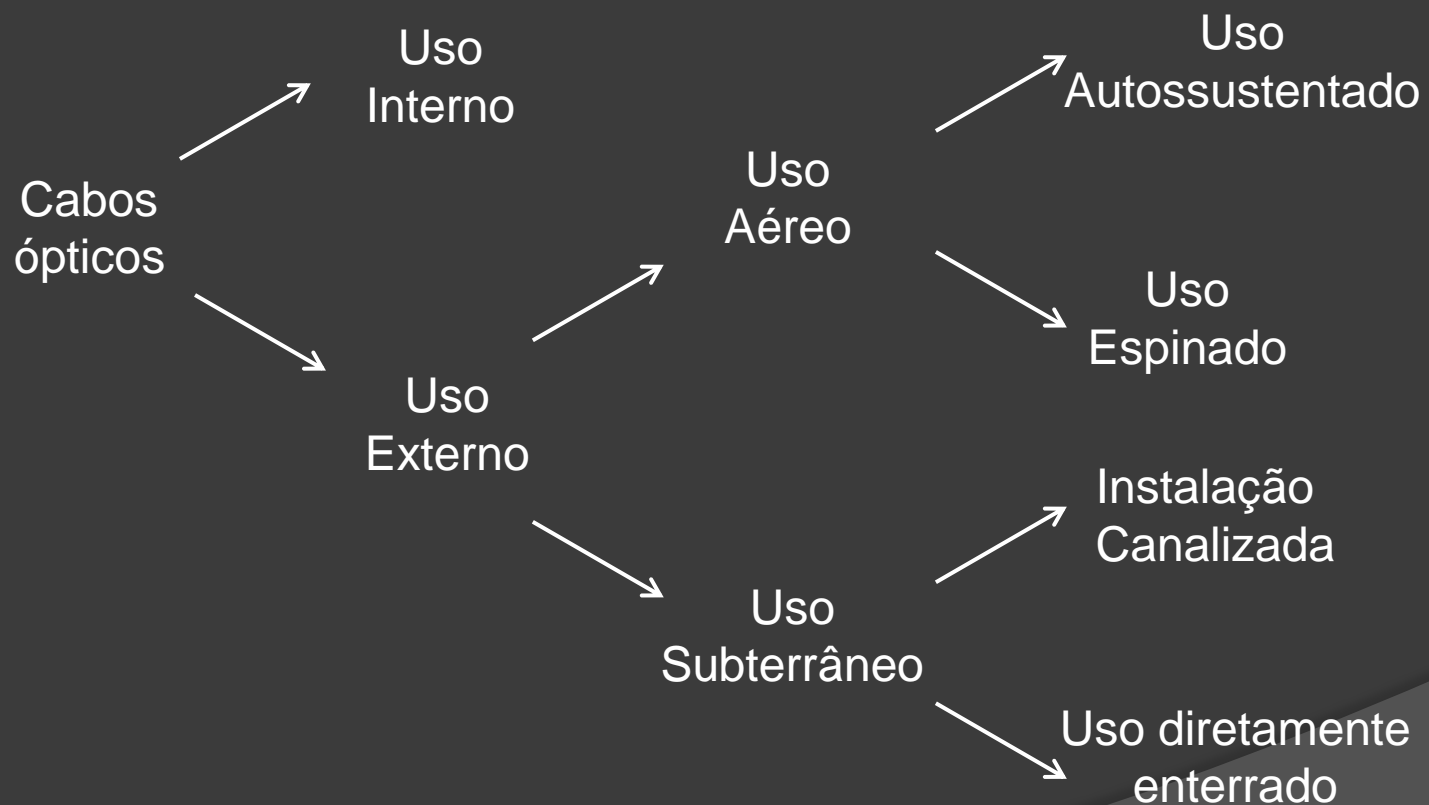
2.1 – Cabeamento óptico

- Um núcleo de fibra óptica é normalmente produzido por sílica dopada com germânio e outros materiais.
- Devido à fragilidade do material, as fibras não podem sofrer danos como:
  - Torção;
  - Compressão
  - Flexão;
  - Cisalhamento.

POP-BA

Perfil de uma fibra monomodo com revestimento de acrilato

- Após receber o revestimento de acrilato, as fibras são agrupadas em conjuntos, constituindo tubetes, fitas e outros tipos de soluções mecânicas, conforme as finalidades de uso.

POP-BA

Tipos de Cabos de acordo com as suas finalidades

Os acondicionamentos mais comuns para as fibras são:

- Acolchoamento justo (tight buffer);
- Fita (ribbon);
- Tubo frouxo (loose tube);

POP-BA

Acolchoamento Justo (tight buffer) :

- Fibras com acolchoamento justo se destinam principalmente a uso interno;
- Nestes casos, sobre o revestimento de acrilato das fibras, é aplicado um tubo de acolchoamento;
- O diâmetro interno do tubo de acolchoamento coincide com o diâmetro externo do revestimento de acrilato;

POP-BA

Acolchoamento Justo (tight buffer) :

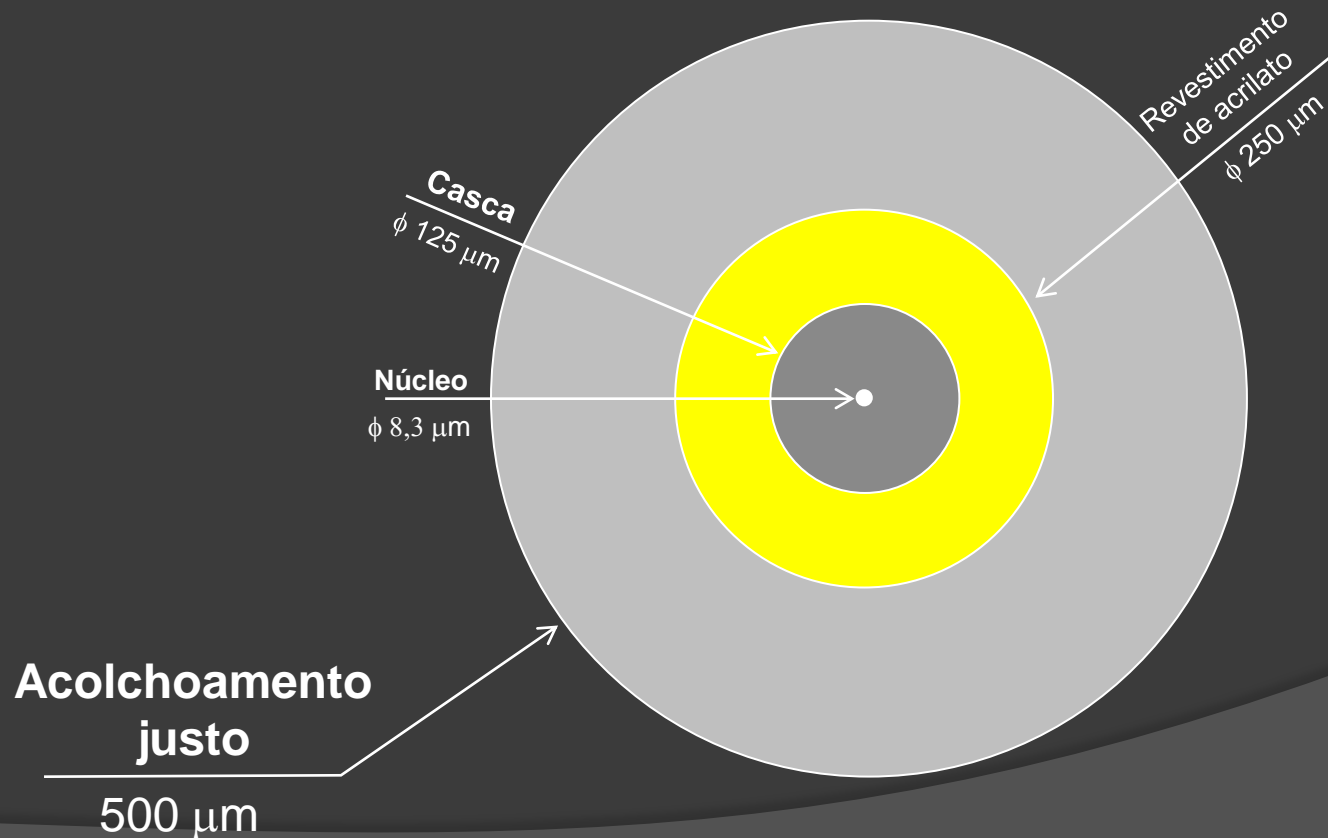
- O acolchoamento justo consegue manter um enlace funcionando quando a fibra se rompe, pelo fato do tubo segurar a fibra firmemente;
- Uma pequena separação que surja no ponto de rompimento não interrompe completamente a passagem da luz;
- Cada tubo corresponde a apenas uma fibra e isto facilita a aplicação de conectores;

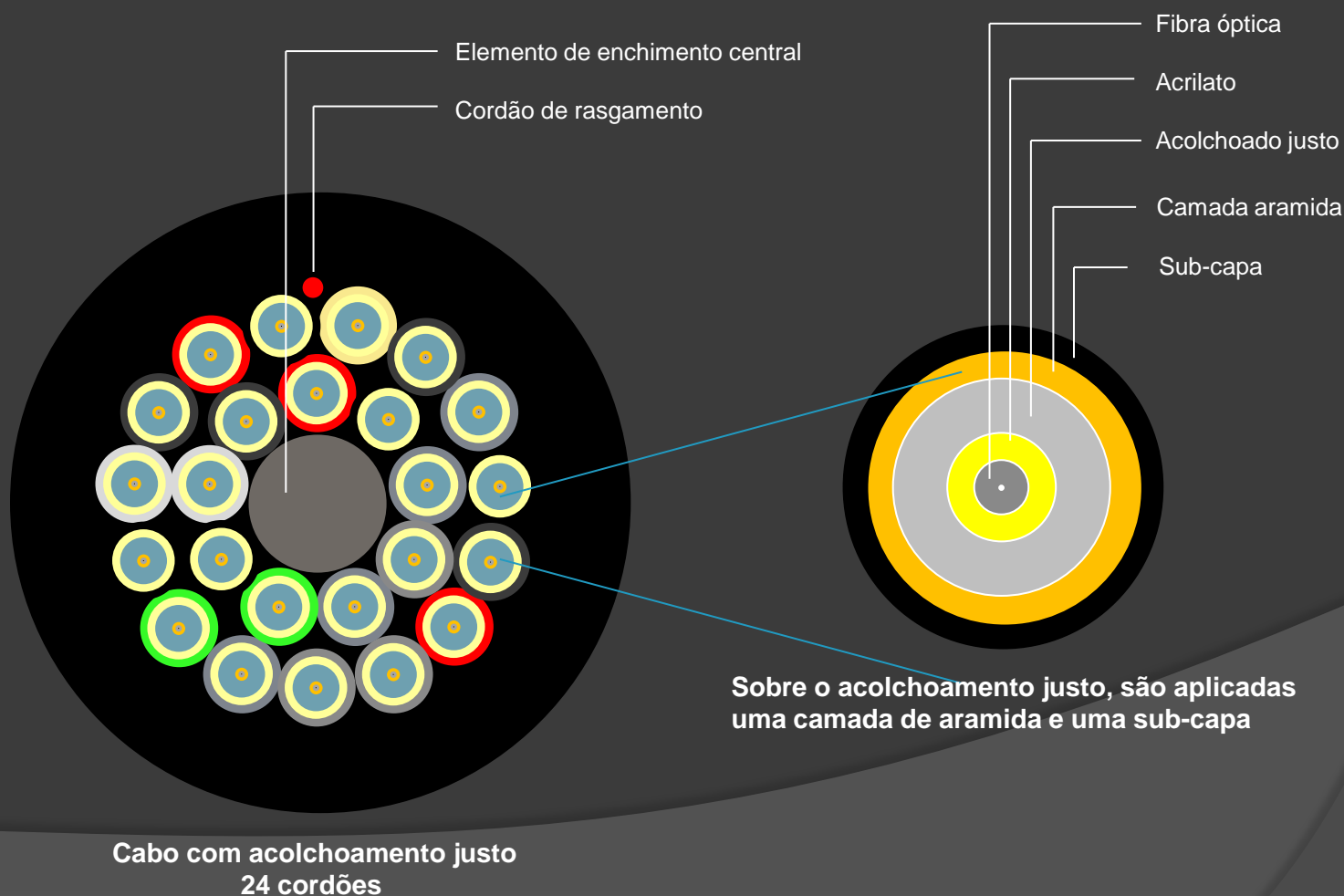
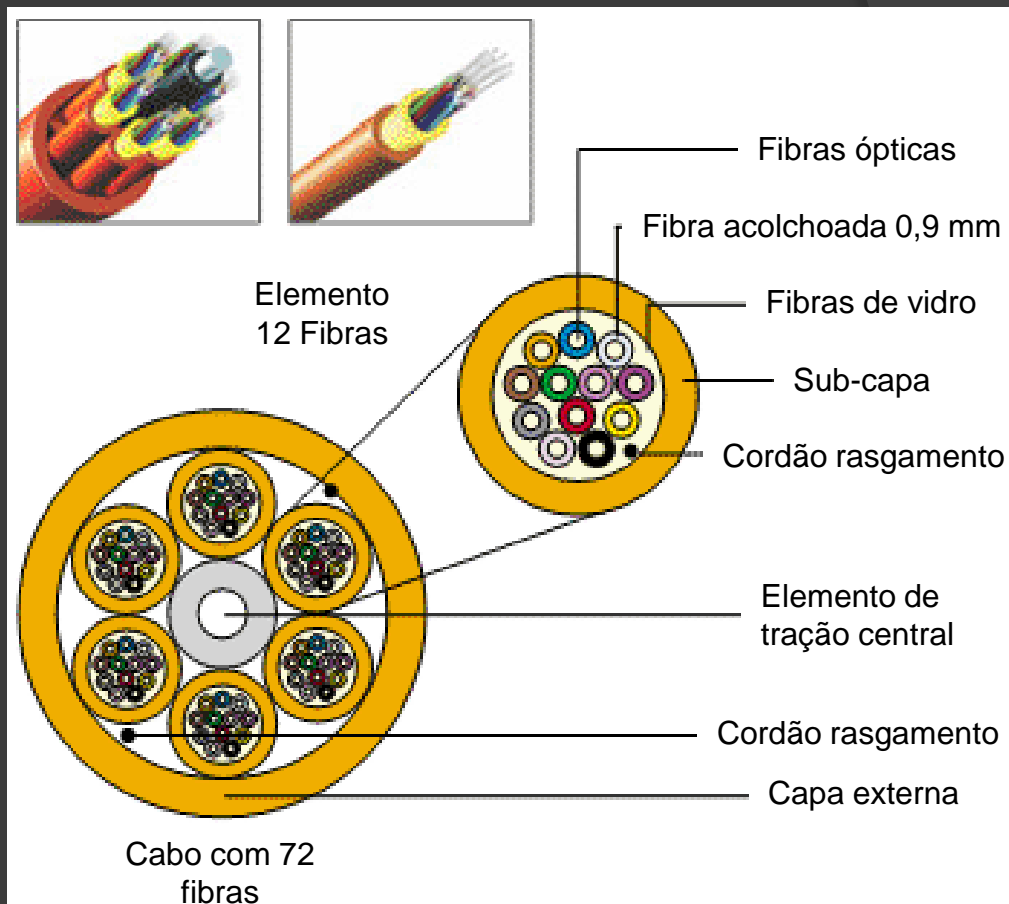
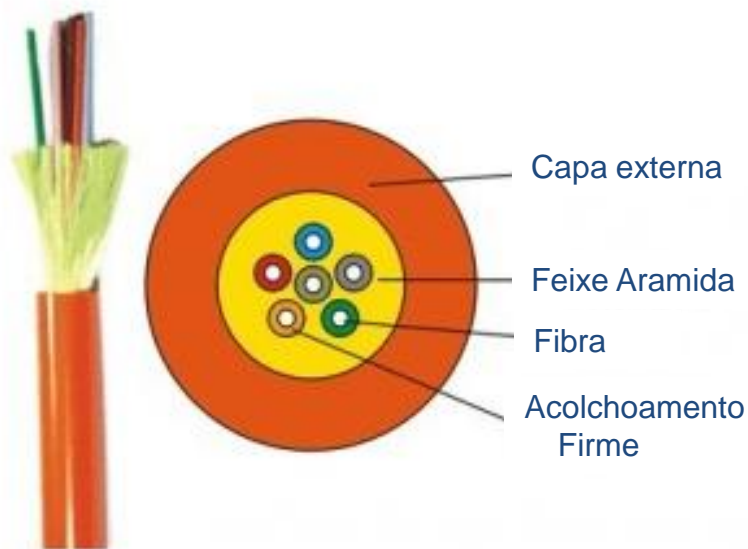
Perfil de uma Fibra com Acolchoamento Justo (tight buffer) :

Revestimento de acrilato
ϕ 250 μm

Casca
ϕ 125 μm

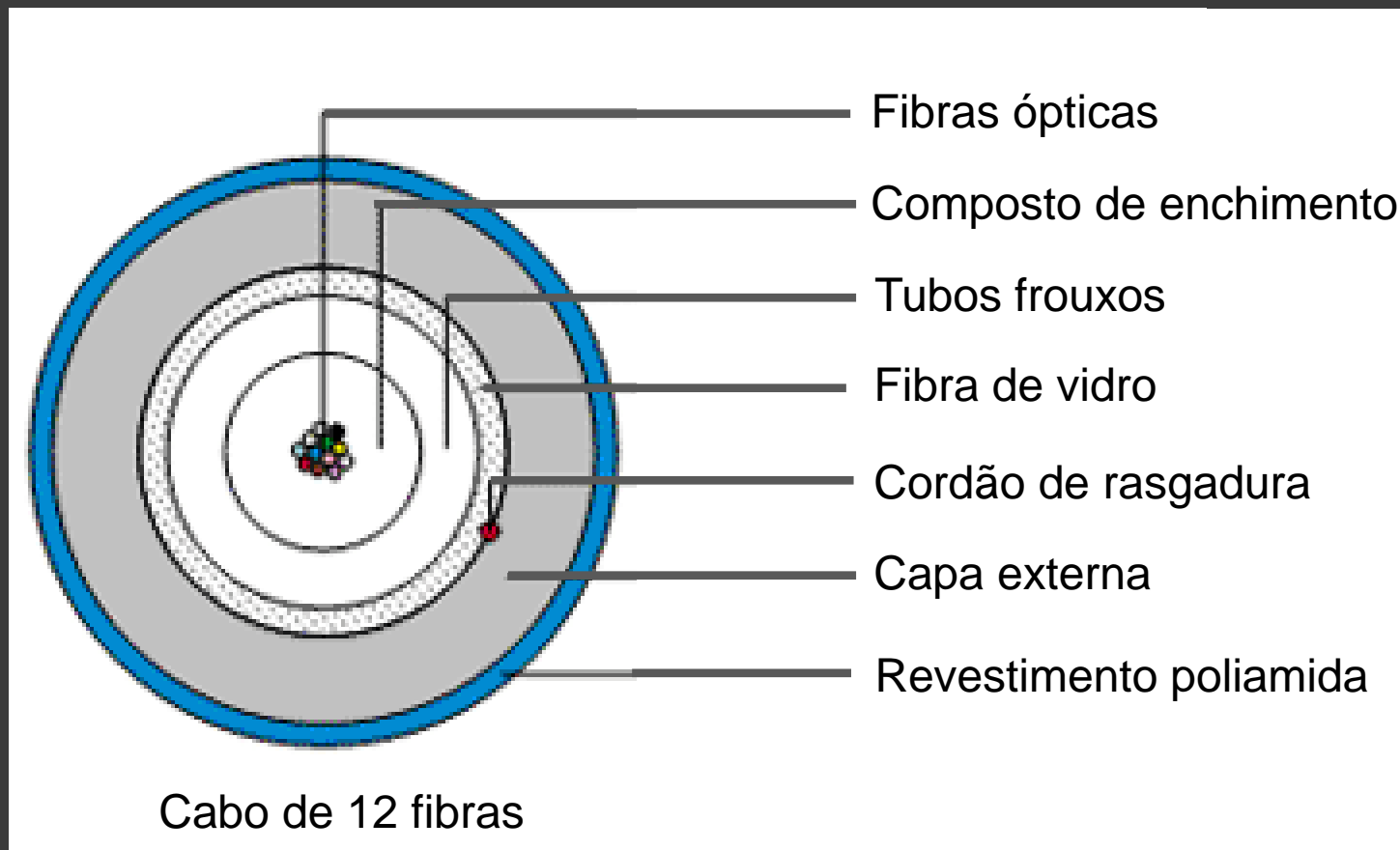
Núcleo
ϕ 8,3 μm

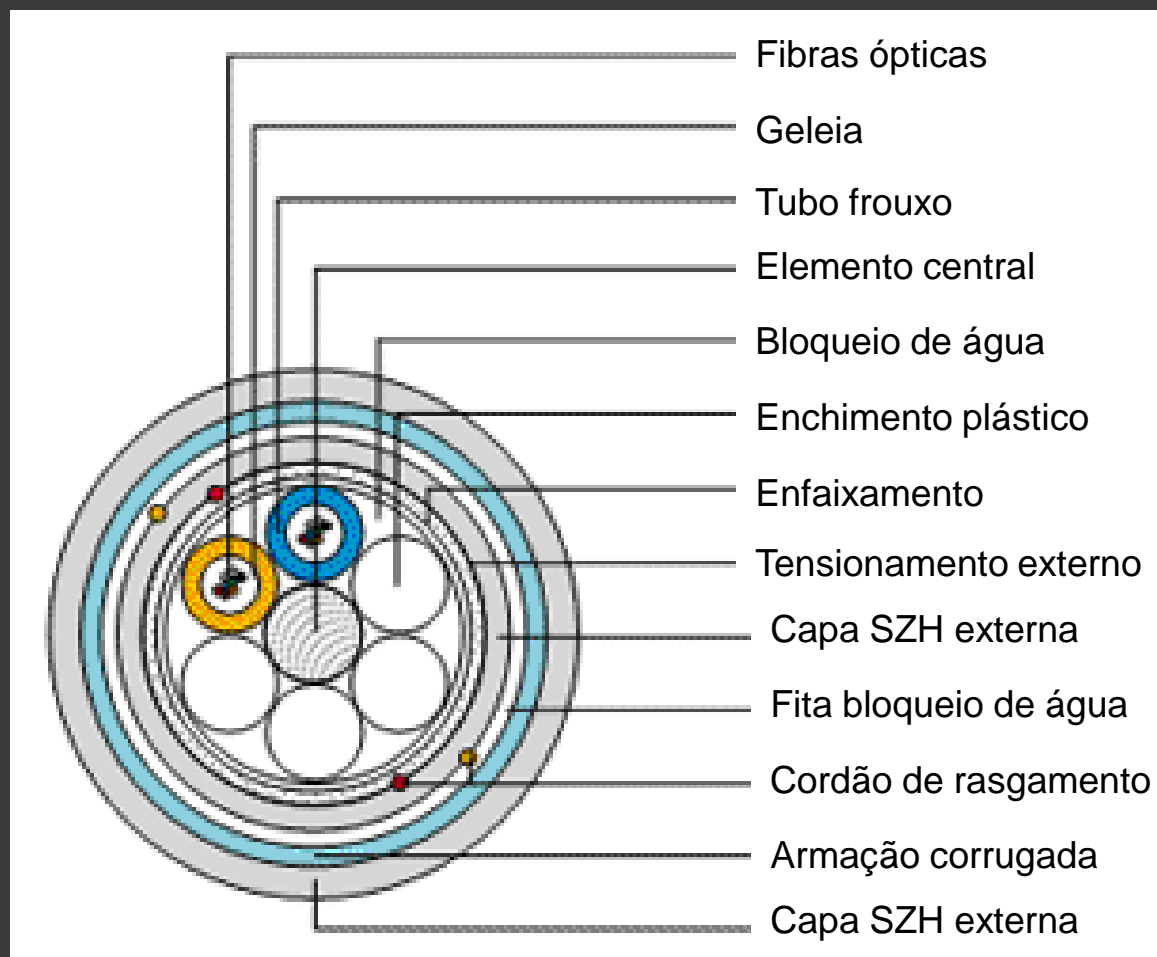
Acolchoamento justo
500 μm

Perfil de um cabo com Acolchoamento Justo (tight buffer) :

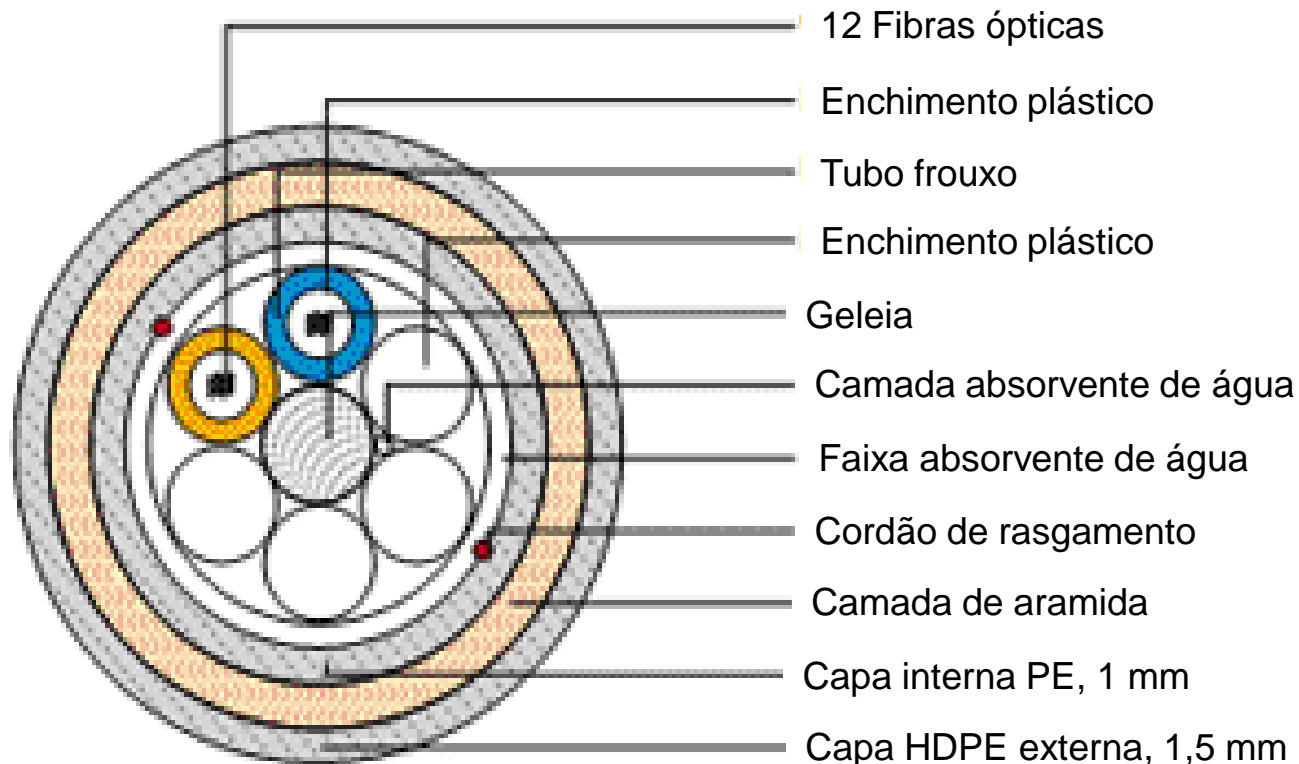
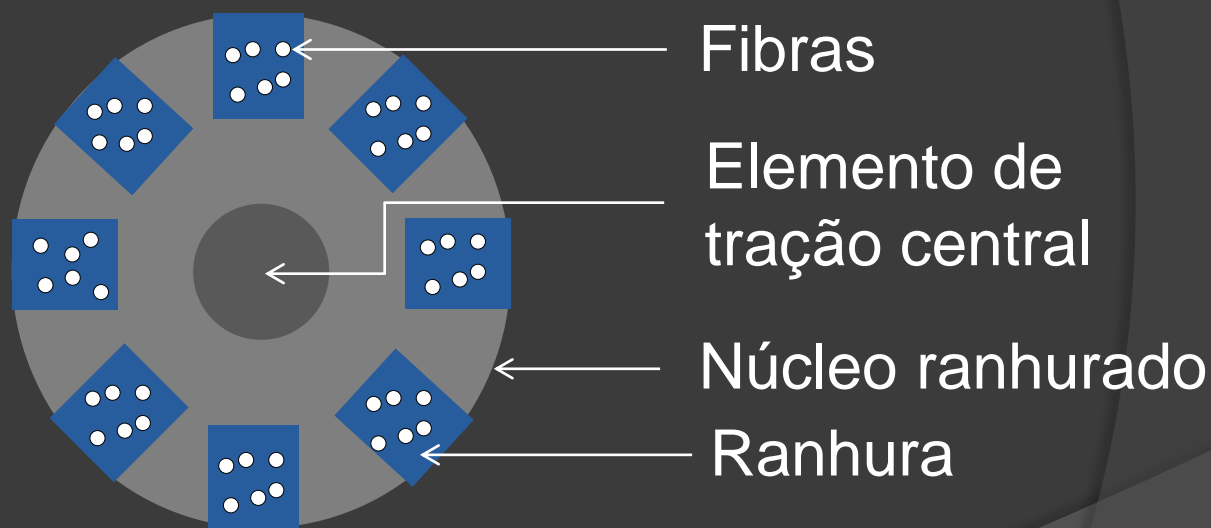
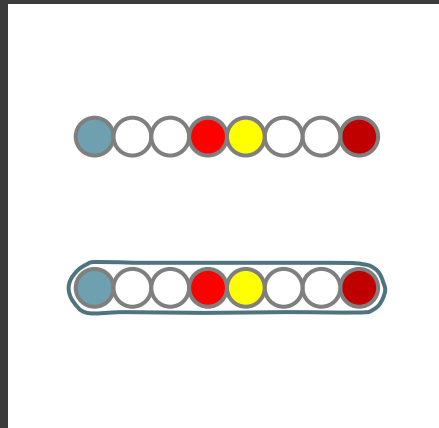
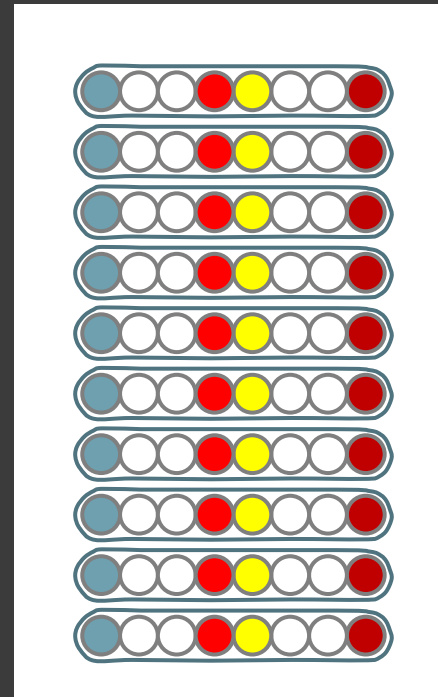
Cabo com acolchoamento justo
24 cordões

Cabo com Acolchoamento Justo (tight buffer) :

Exemplos de Cabeamento:

Distribuição | **Tubo frouxo** | **Subdivisível**

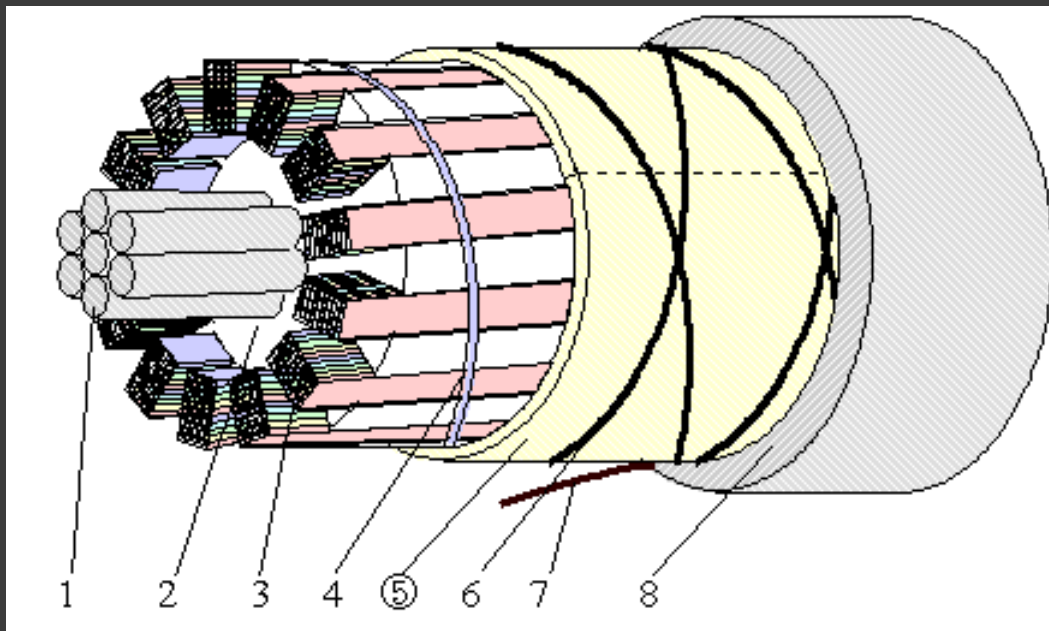
Exemplo de cabo anti-inseto 12 fibras (Tudo central de poliamida)

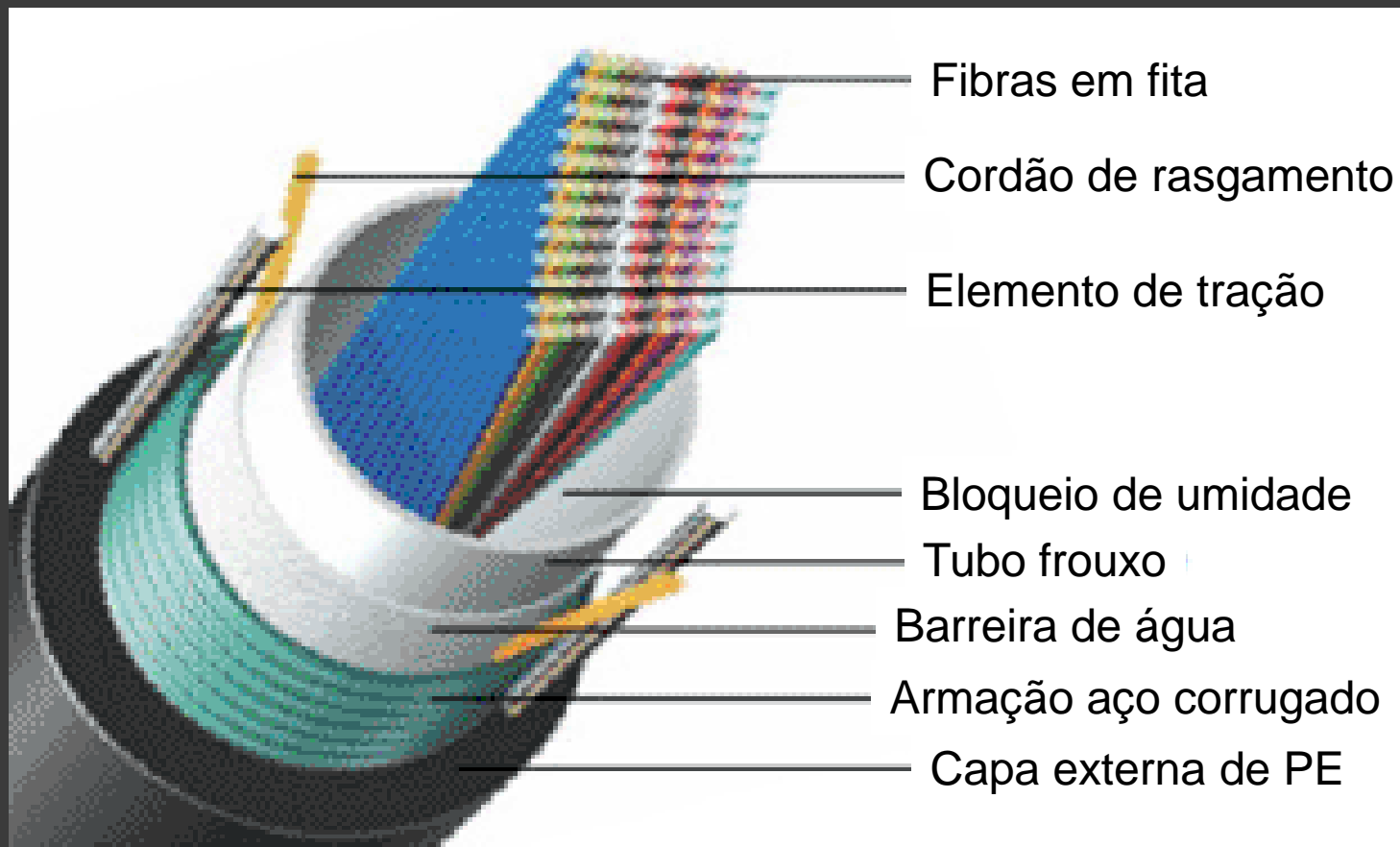
POP-BA

Exemplo de cabo com dupla armadura (tudo frouxo)

Fibras ópticas
Geleia
Tubo frouxo
Elemento central
Bloqueio de água
Enchimento plástico
Enfaixamento
Tensionamento externo
Capa SZH externa
Fita bloqueio de água
Cordão de rasgamento
Armação corrugada
Capa SZH externa

Cabo autossustentado lances longos - 400 m

POP-BA

Cabo de núcleo ranhurado (slotted core)

Fibras em fita

Fitas individuais

Fitas empilhadas

Cabo de núcleo ranhurado (com fibras em fita)

Cabo com perfil ranhurado - 1008 fibras
(14 ranhuras, 12 fitas de 6 fibras em cada ranhura)

1 Elemento de tração central
2 Perfil ranhurado.
3 Fitas ópticas (12 x 6 = 72)
4 Fita plástica
5 Fita de bloqueio de água
6 Fio de tensionamento
7 Cordão de rasgadura
8 Capa externa

Cabo tubo frouxo central (com fibras em fita)

Fibras em fita

Cordão de rasgamento

Elemento de tração

Bloqueio de umidade

Tubo frouxo

Barreira de água

Armação aço corrugado

Capa externa de PE

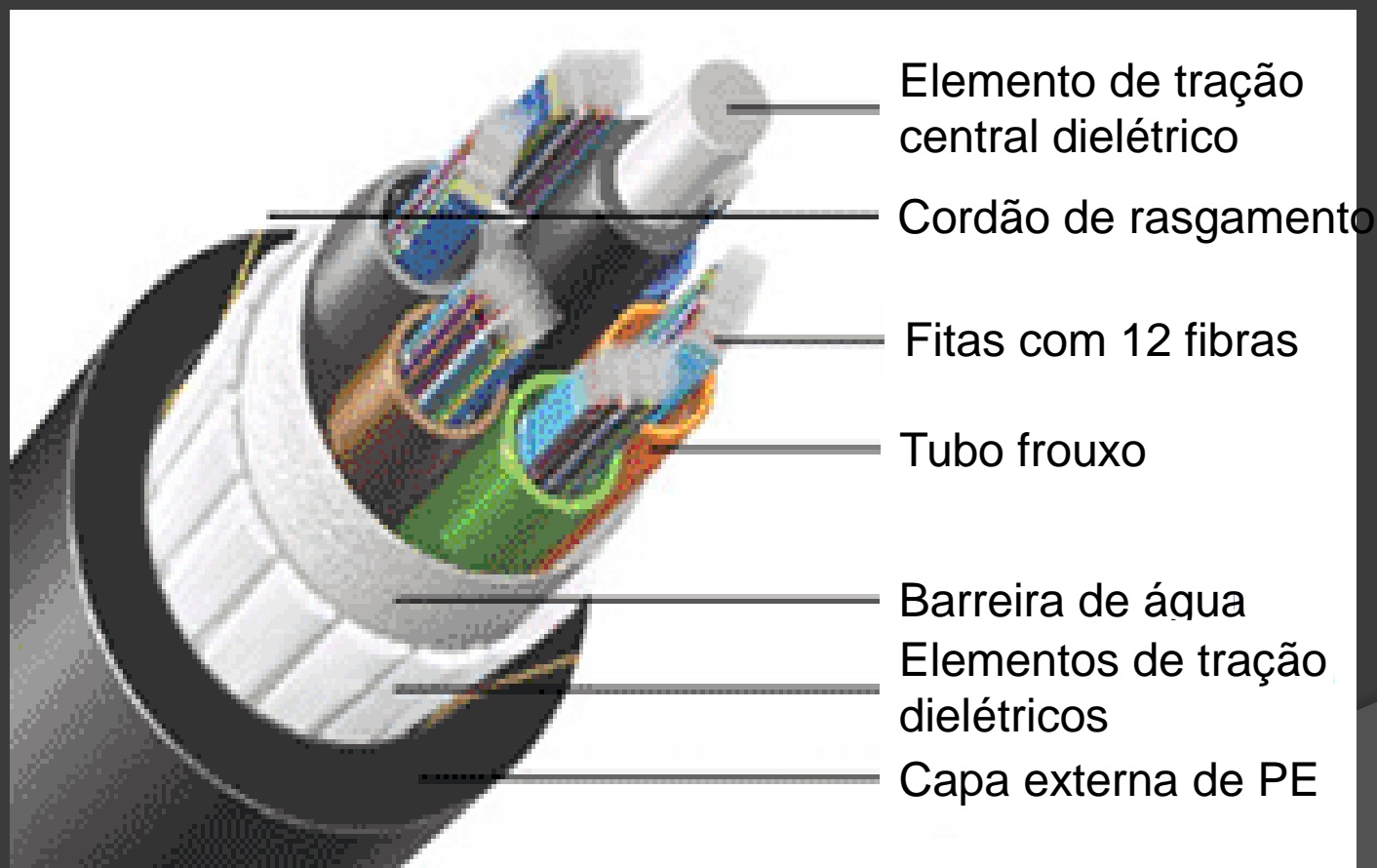
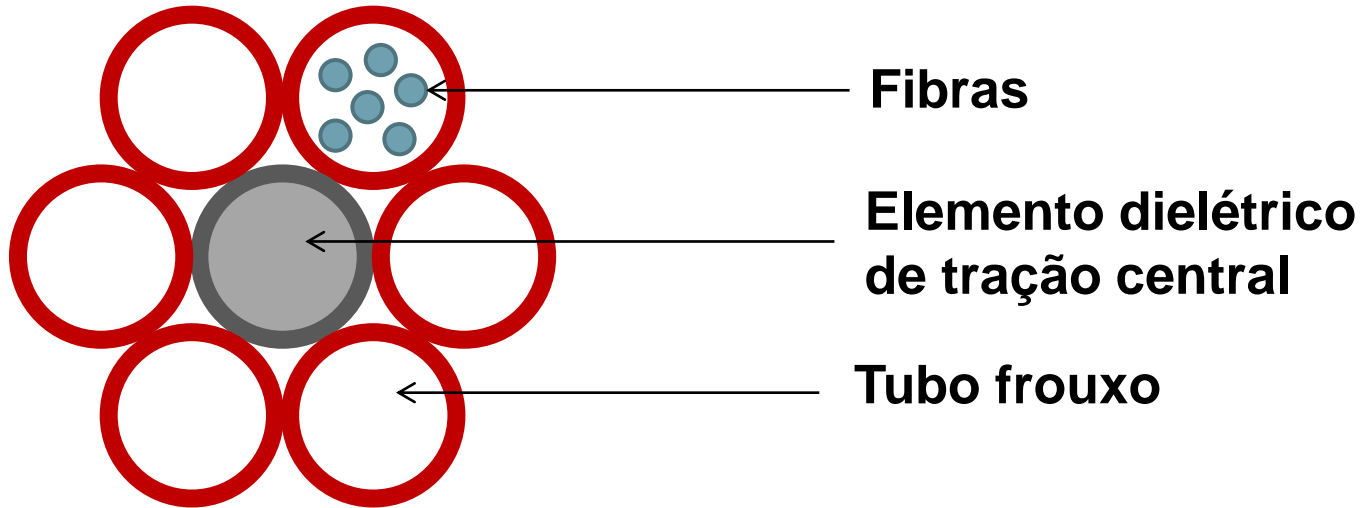
Cabo de tubos frouxos com elemento de tração central

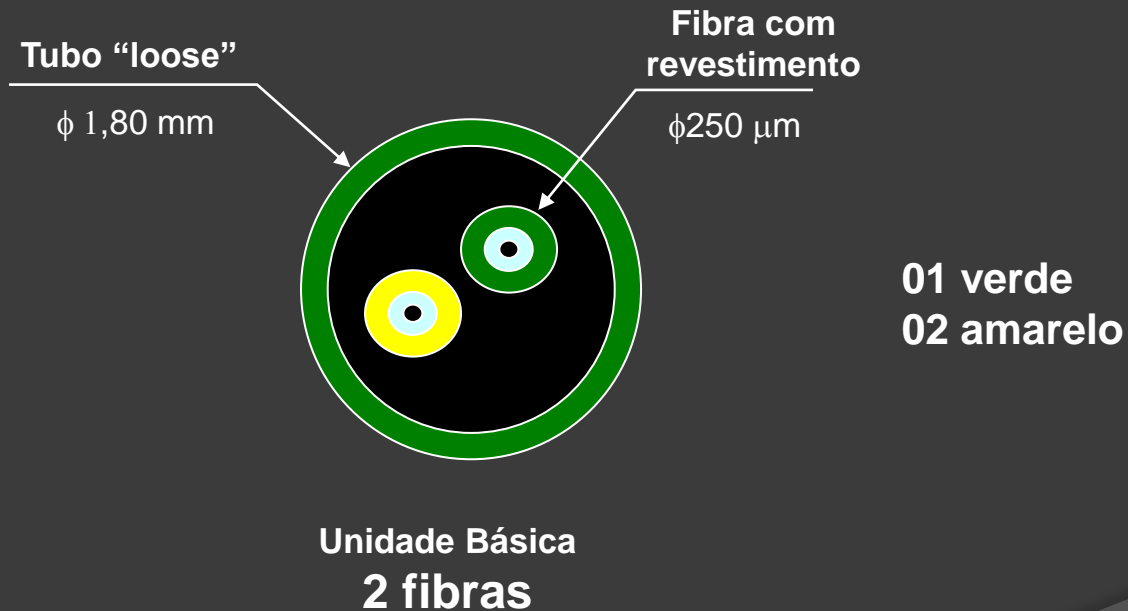
POP-BA

Cabo de tubos frouxos com elemento de tração central

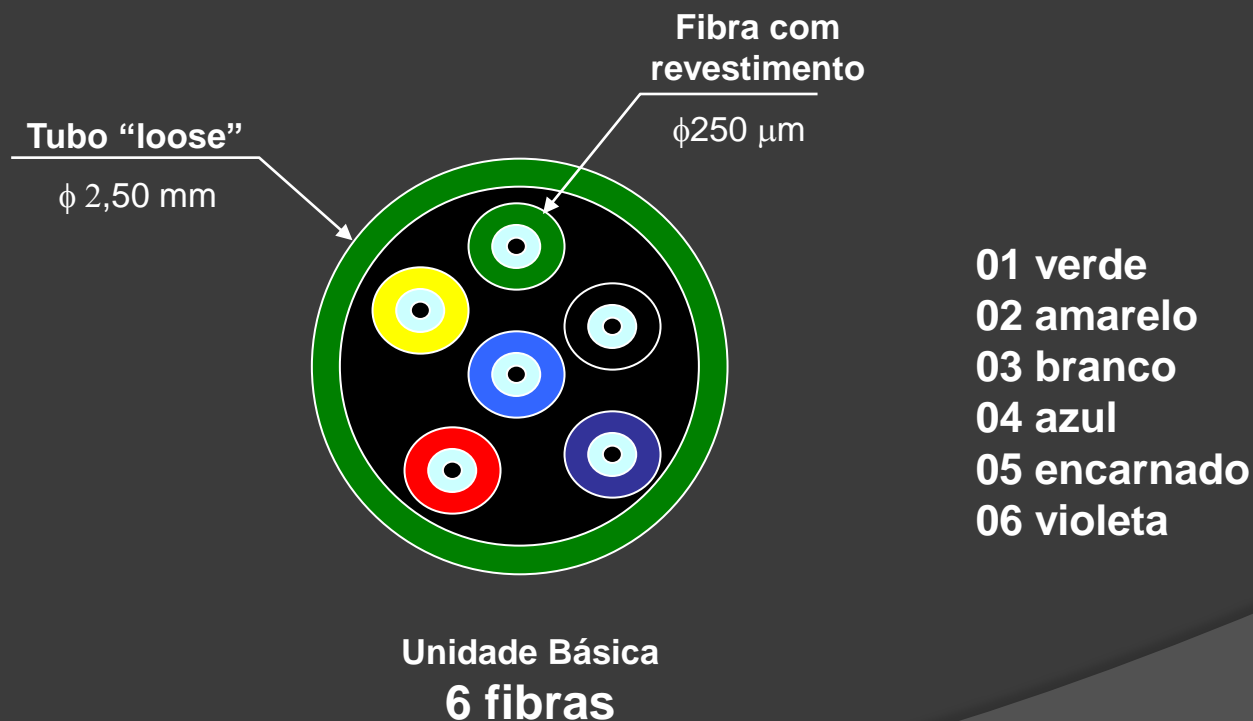
Fibras

Elemento dielétrico
de tração central

Tubo frouxo

Unidade básica 2 fibras
(Padrão ABNT)

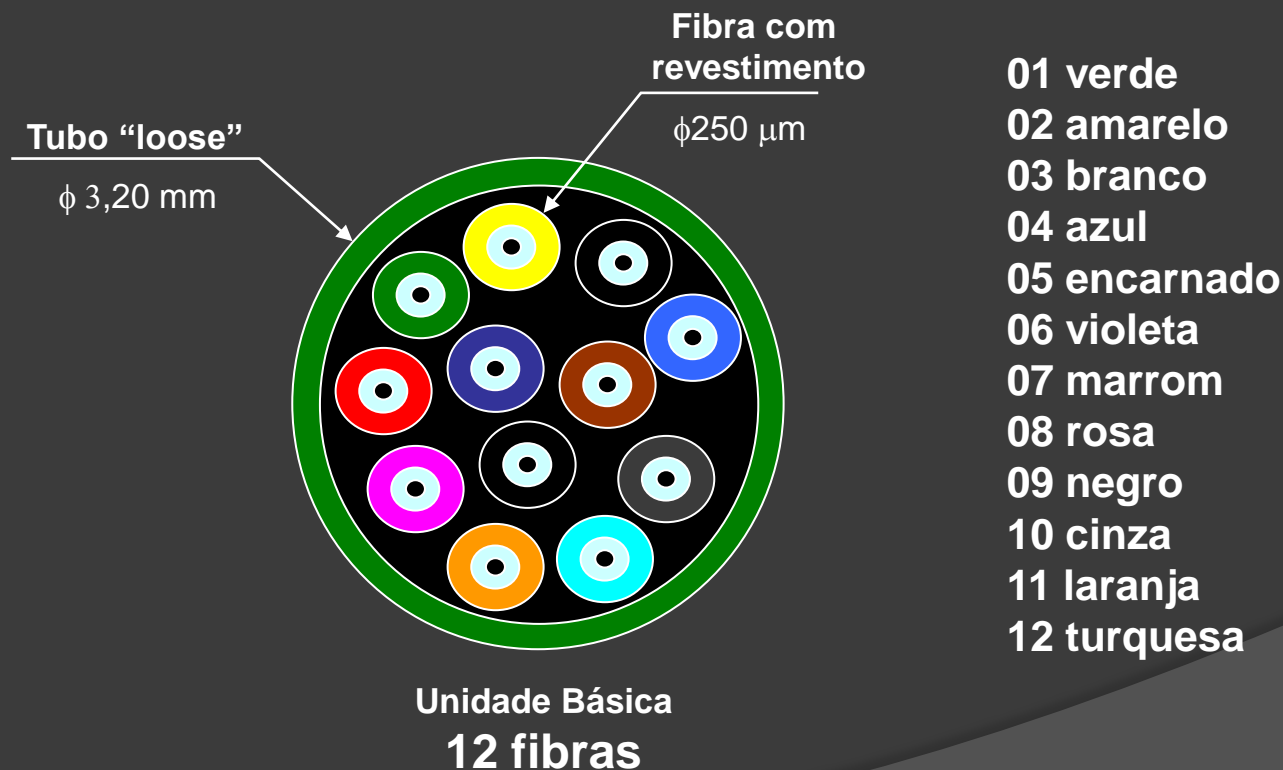
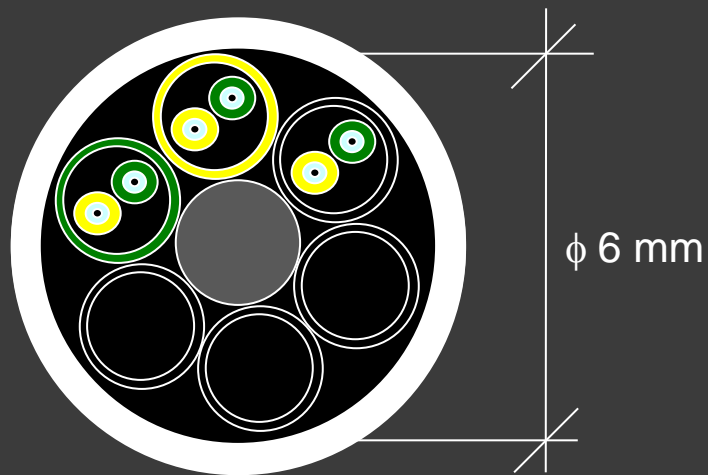
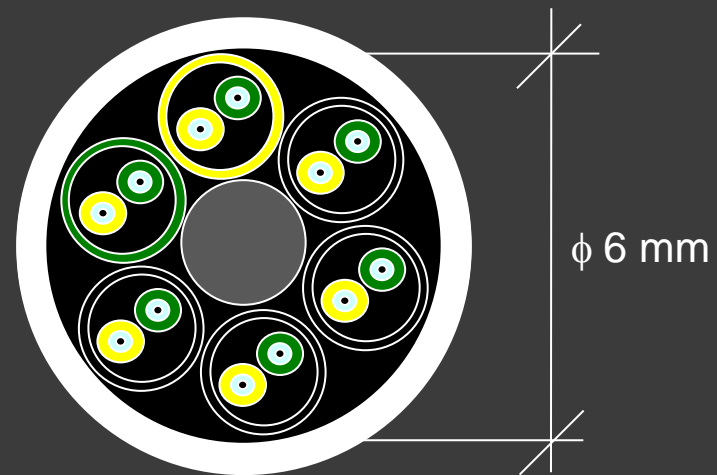
01 verde
02 amarelo

Unidade básica 6 fibras
(Padrão ABNT)

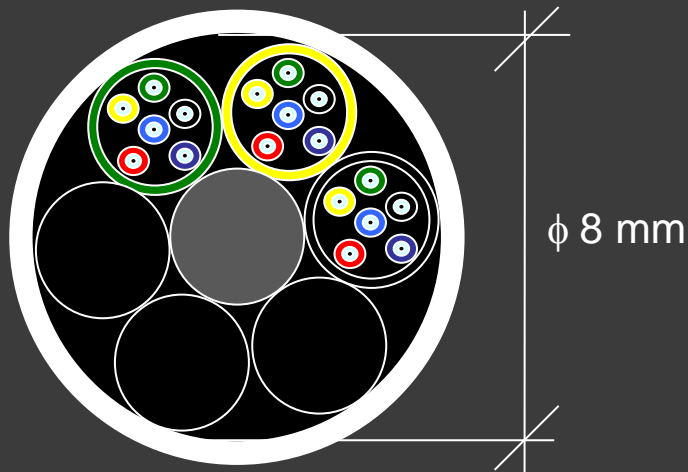
01 verde
02 amarelo
03 branco
04 azul
05 encarnado
06 violeta

POP-BA

Unidade básica 12 fibras
(Padrão ABNT)

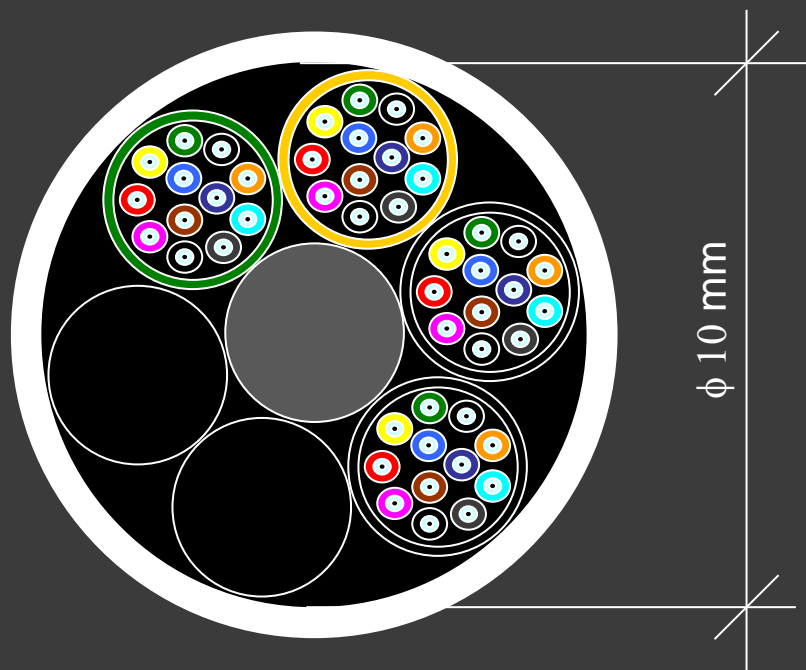
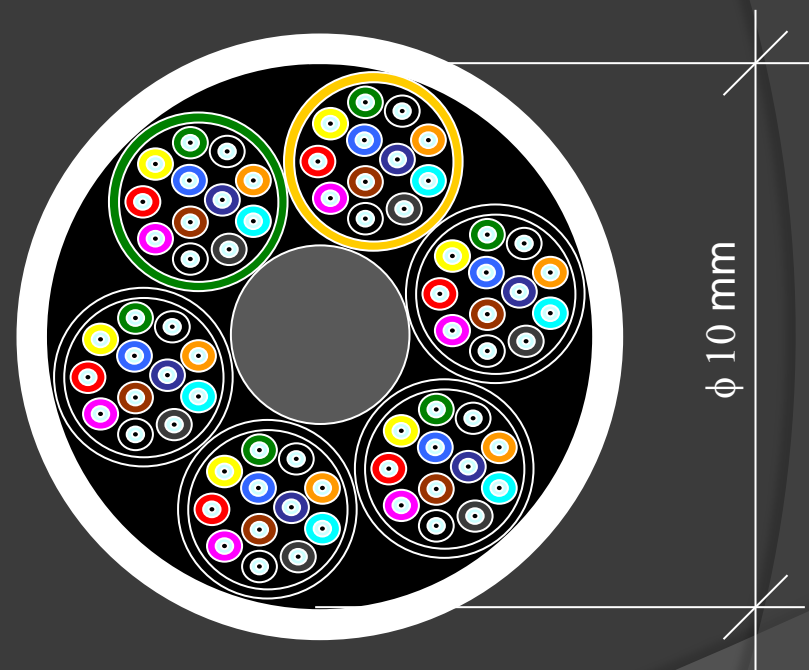
Unidade Básica
12 fibras

01 verde
02 amarelo
03 branco
04 azul
05 encarnado
06 violeta
07 marrom
08 rosa
09 negro
10 cinza
11 laranja
12 turquesa

POP-BA

Núcleos de 06 e 12 Fibras
(Padrão ABNT)

6 fibras

12 fibras

Núcleos de 18, 24, 30 e 36 Fibras
(Padrão ABNT)

Núcleos de 48 e 72 Fibras
(Padrão ABNT)

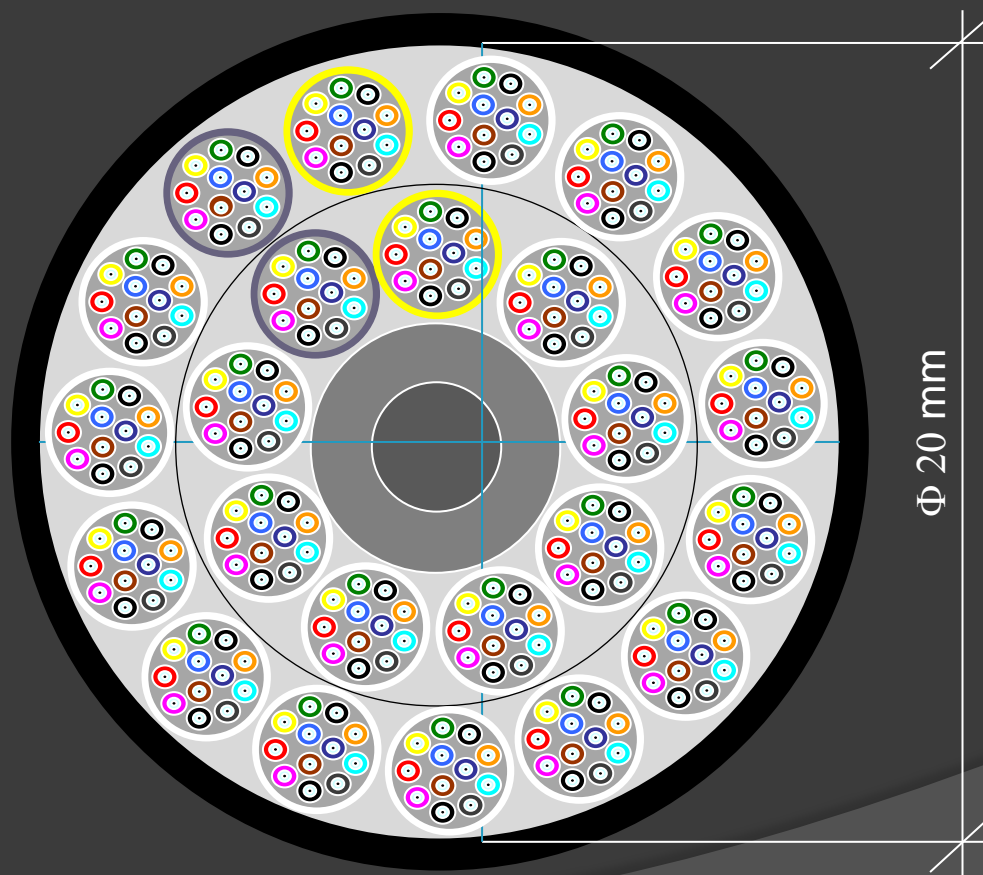
ϕ 10 mm

ϕ 10 mm

48 Fibras

72 Fibras

Núcleo 144 Fibras
(Padrão ABNT)

144 Fibras

Núcleo 288 Fibras
(Padrão ABNT)

288 Fibras

Uma comparação prática

Fio de Cabelo

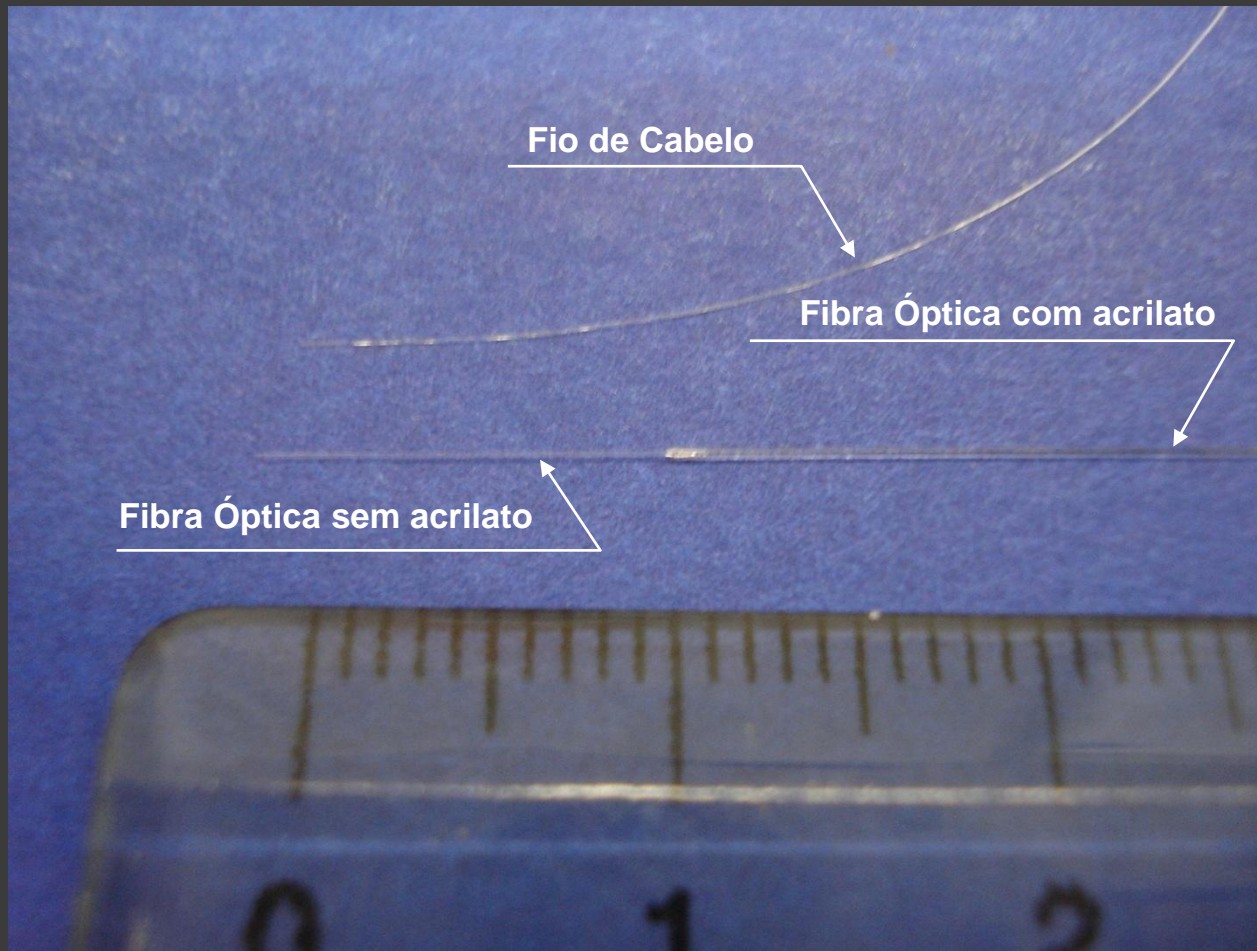
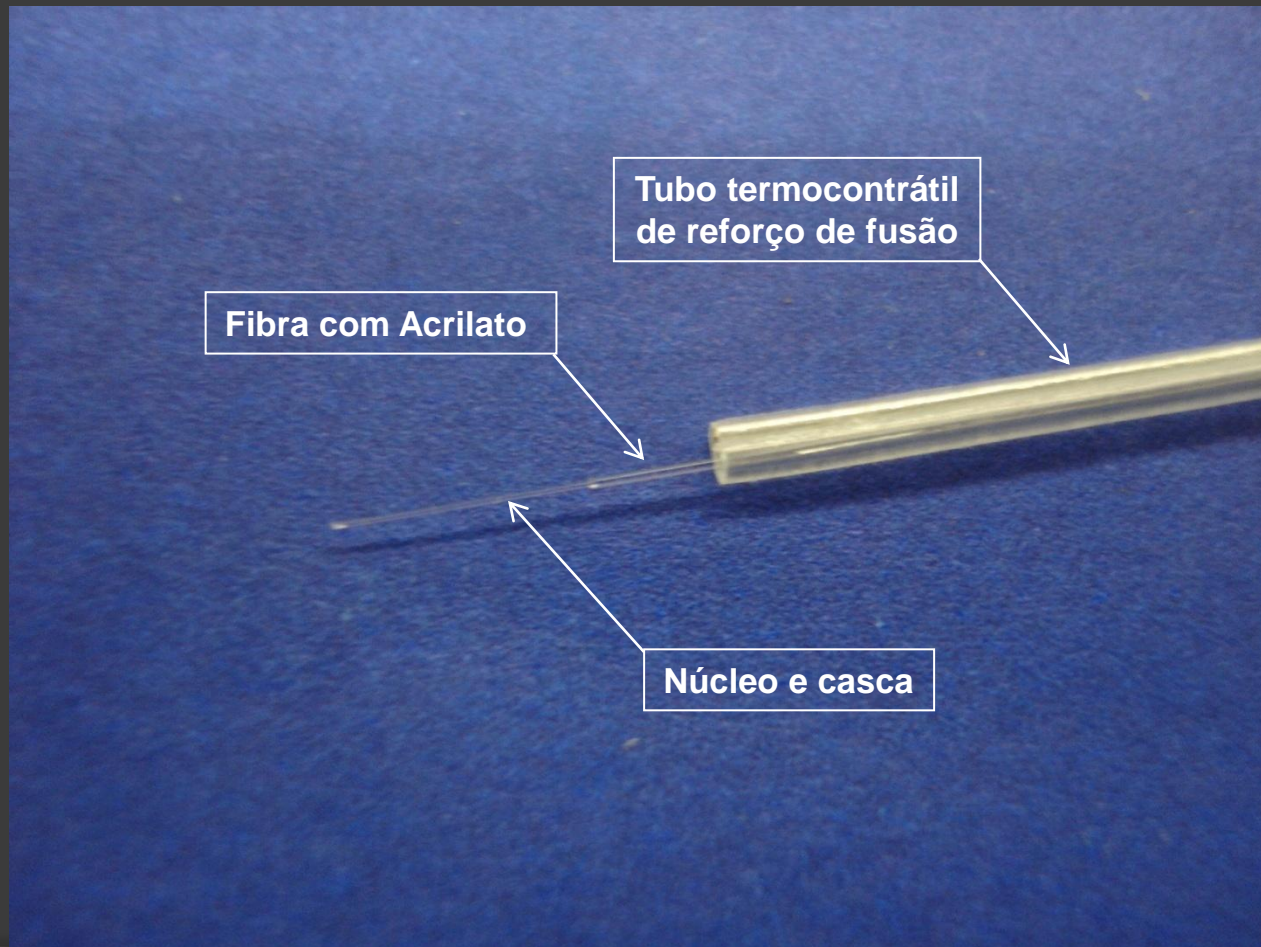
Fibra Óptica com acrilato

Fibra Óptica sem acrilato

Fibra óptica

Tubo termocontrátil de reforço de fusão

Fibra com Acrilato

Núcleo e casca

2- Infraestrutura de Sistemas Ópticos

2.2 - Terminações Ópticas

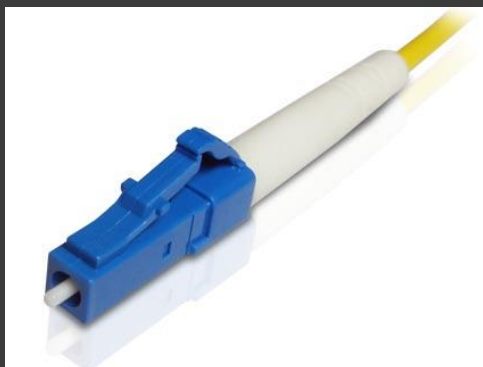
Conectores Ópticos: Variedades

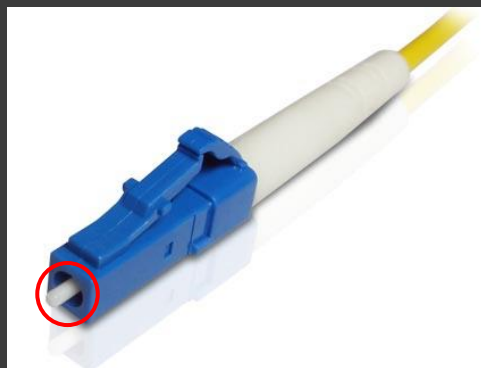
- Servem de interface entre a conexão de fibra óptica de um cabo e os equipamentos ativos da rede.
- Existem diversas variedades de conectores ópticos no mercado.

POP-BA

Conectores Ópticos: Variedades

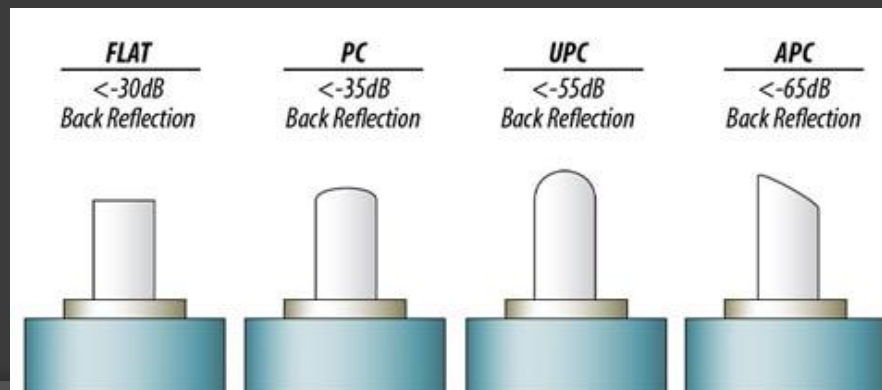
- Os equipamentos de transmissão e distribuidores ópticos utilizados no projeto vão definir o modelo a ser utilizado.
- Eles são acoplados a cordões de manobra e a pigtails, permitindo que sinais ópticos sejam transmitidos e recebidos e que a rede seja reconfigurada ou modificada.

Conectores Ópticos: Variedades

Conectores Ópticos: Polimentos

- Existem modos de preparação das extremidades do conectores ópticos (**polimento**).
- O polimento, também chamado de *Physical Contact* (PC), é responsável por possibilitar a transmissão do sinal luminoso de uma fibra para outra.

Conectores Ópticos: Polimentos

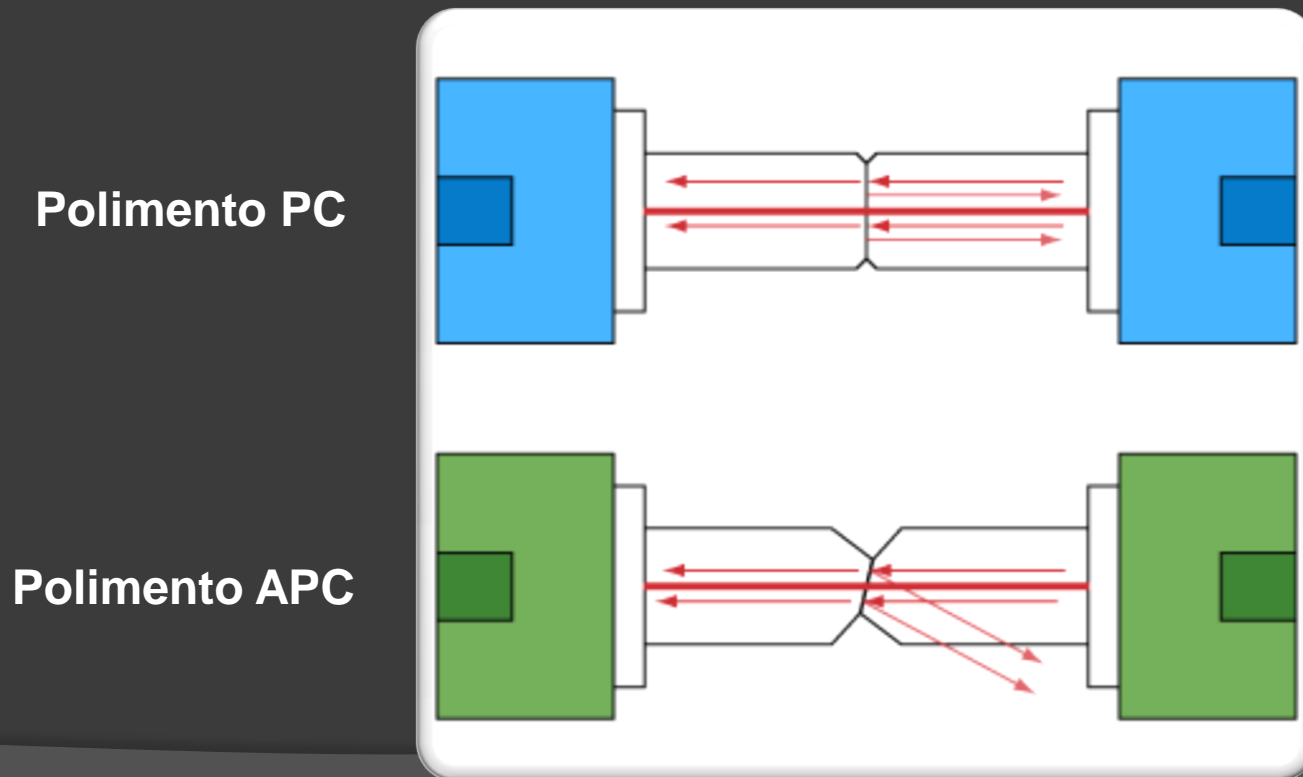
- As tecnologias empregadas nos modelos de polimento buscam uma melhor transmissão, evitando as "*perdas por retorno*", também conhecidas como "*perdas por reflexão*", ou ainda por "*Back Reflection*";
- **Back Reflection** é a luz refletida que retorna ao emissor óptico. Pode ser ocasionada por diversos fatores: mau polimento, sujeira no contato conector/acoplador, etc.

Conectores Ópticos: Polimentos

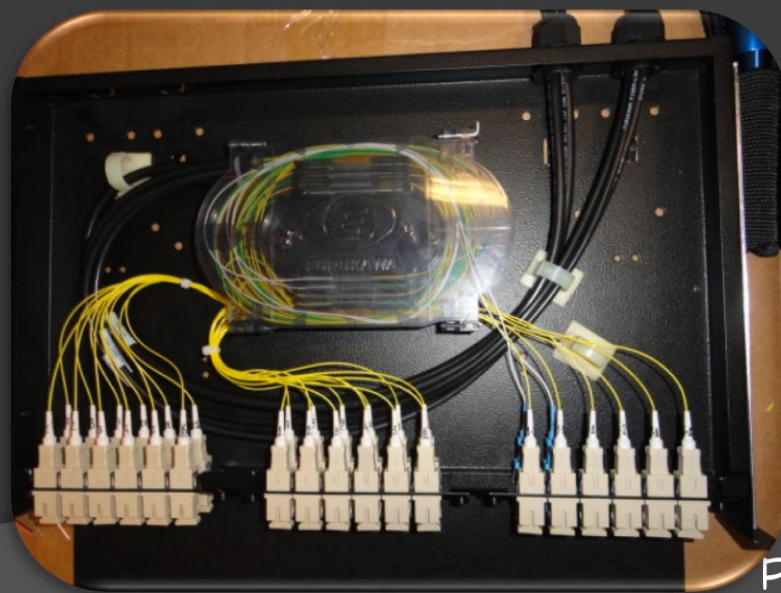
- Os modelos mais comuns de polimentos utilizados são:
  - ***PC (Physical Contact)*** e
  - ***APC (Angled Physical Contact);***
- Também são encontrados outros modelos no mercado (FLAT, UPC, SCP);

Conectores Ópticos: Polimentos

- Efeito do *Back Reflection* em conectores PC e APC:

Polimento PC

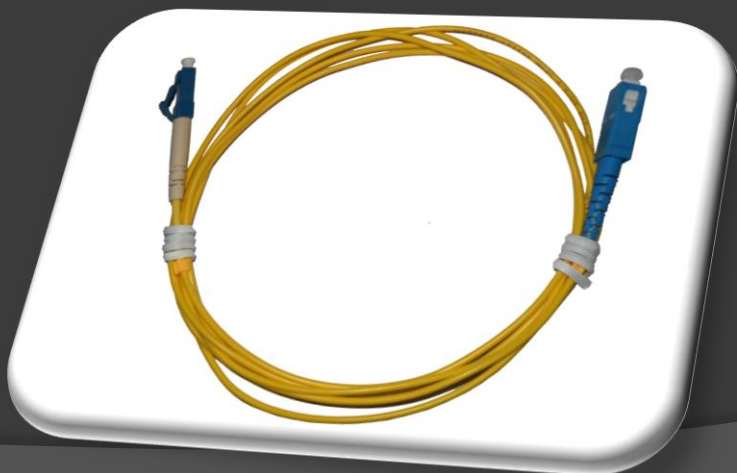
Polimento APC

Distribuidores Internos Ópticos (DIOs)

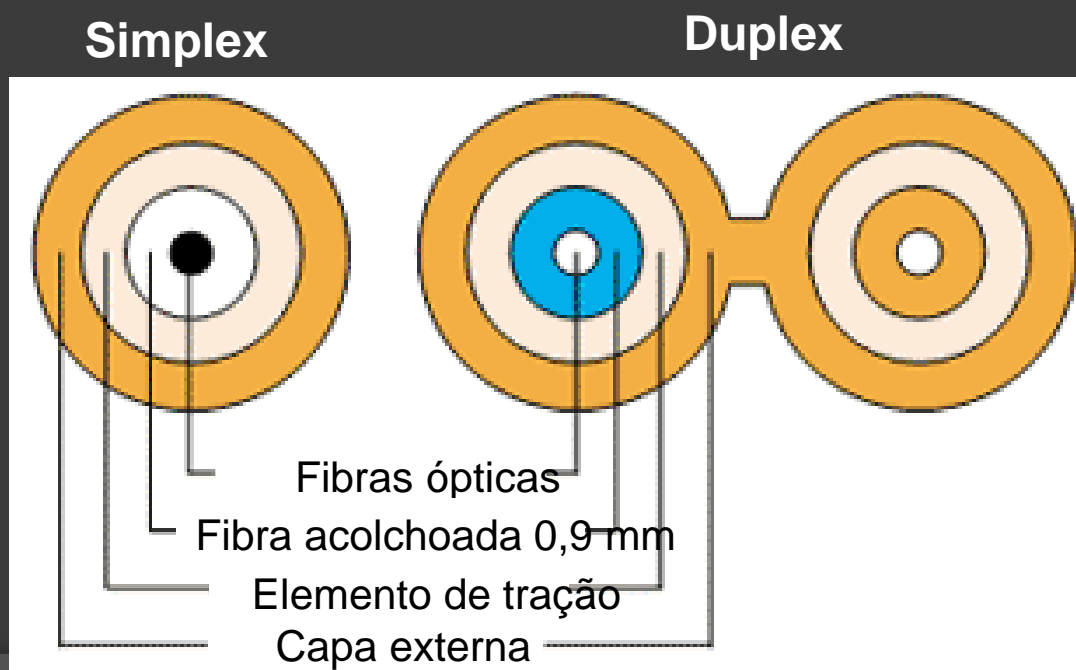
- Cabos ópticos não possuem tanta flexibilidade e o não são adequados para manobras dentro do armário de telecom. Para facilitar as manobras e o utilização das fibras, são usados ***Distribuidores Ópticos*** (DIOs);

POP-BA

Pigtails

- *Pigtais* trata-se simplesmente de uma fibra óptica curta com um conector óptico em uma das extremidades;
- Utilizado para compor os DIOs após fusão nas fibras oriundas do cabo óptico;

Cordões Ópticos

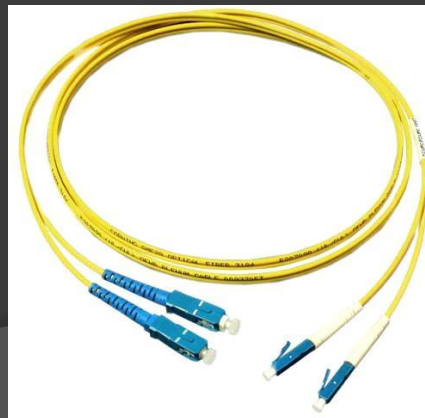
- São formados por fibra(s) com conectores ópticos em ambas as extremidades;
- Utilizados para interligar os DIOs aos ativos de rede sendo fixados dentro dos armários de telecomunicações;

Cordões Ópticos: Simplex e Duplex

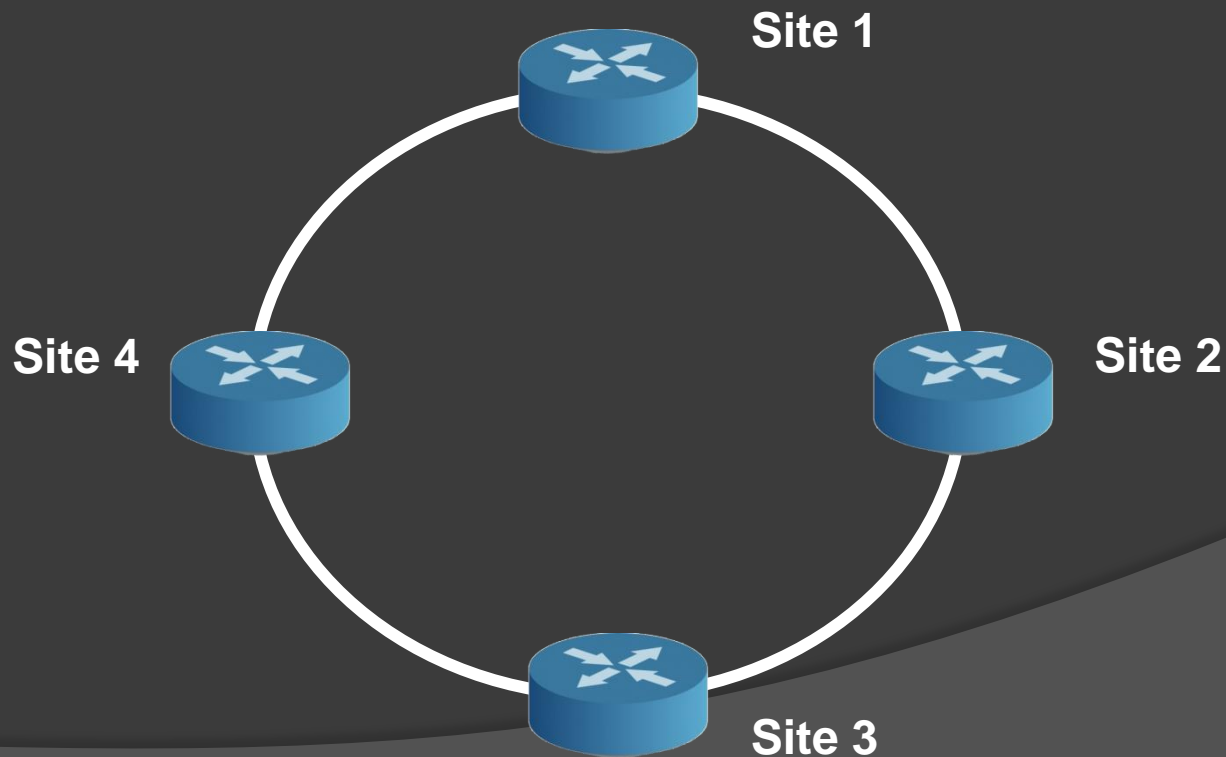
- Os cordões ópticos podem ser encontrados fabricados com apenas 1 fibra (***simplex***) ou com duas fibras conjugadas (***duplex***).

Simplex **Duplex**

Cordões Ópticos: Simplex e Duplex

- Os cordões ópticos podem ser encontrados fabricados com apenas 1 fibra (***simplex***) ou com duas fibras conjugadas (***duplex***).
- Nas transmissões ópticas mais comuns, são utilizados dois cordões simplex (TX e RX) ou um cordão duplex.

Simplex

Duplex

Cordões Ópticos: manobra de by-pass

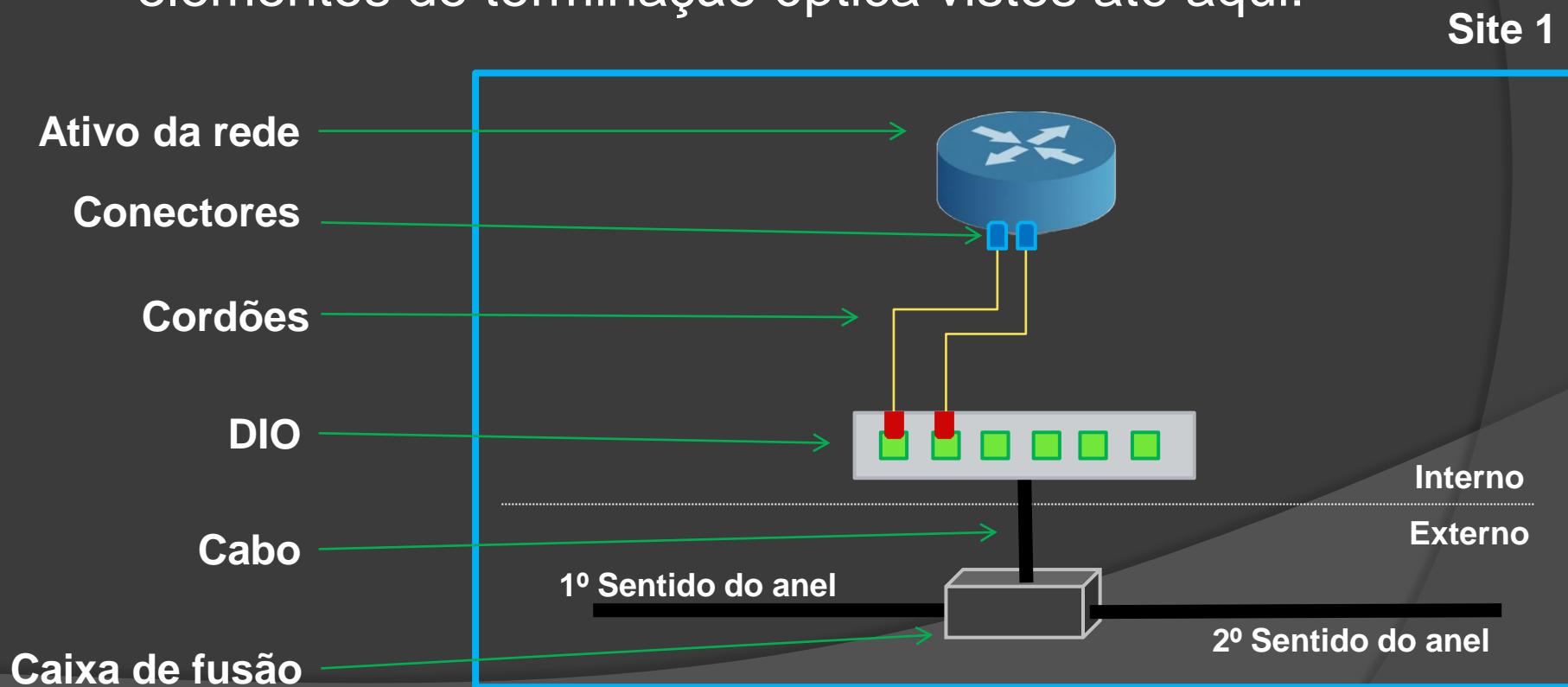
- Imaginemos uma rede óptica em anel similar à apresentada abaixo:

Site 1

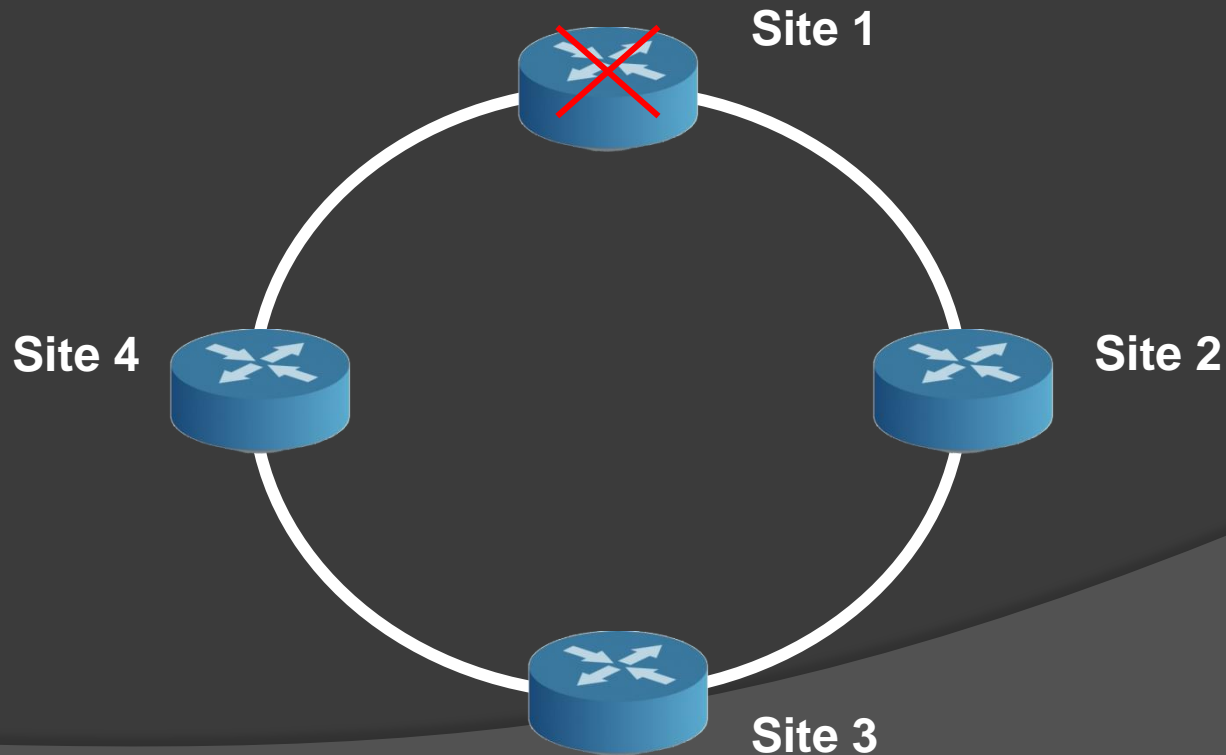
Site 4

Site 2

Site 3

Cordões Ópticos: manobra de by-pass

- Em cada site teremos uma infraestrutura contendo os elementos de terminação óptica vistos até aqui:

Cordões Ópticos: manobra de by-pass

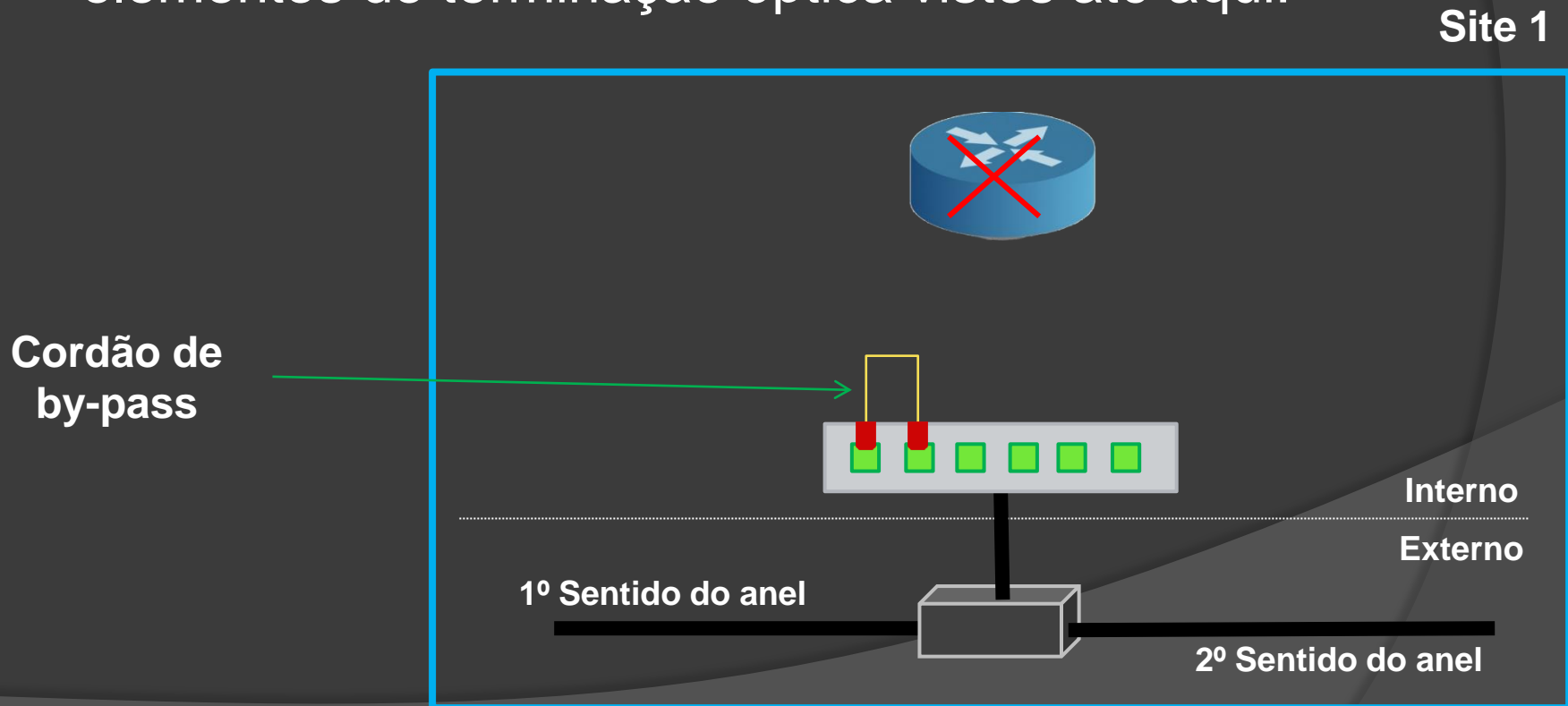
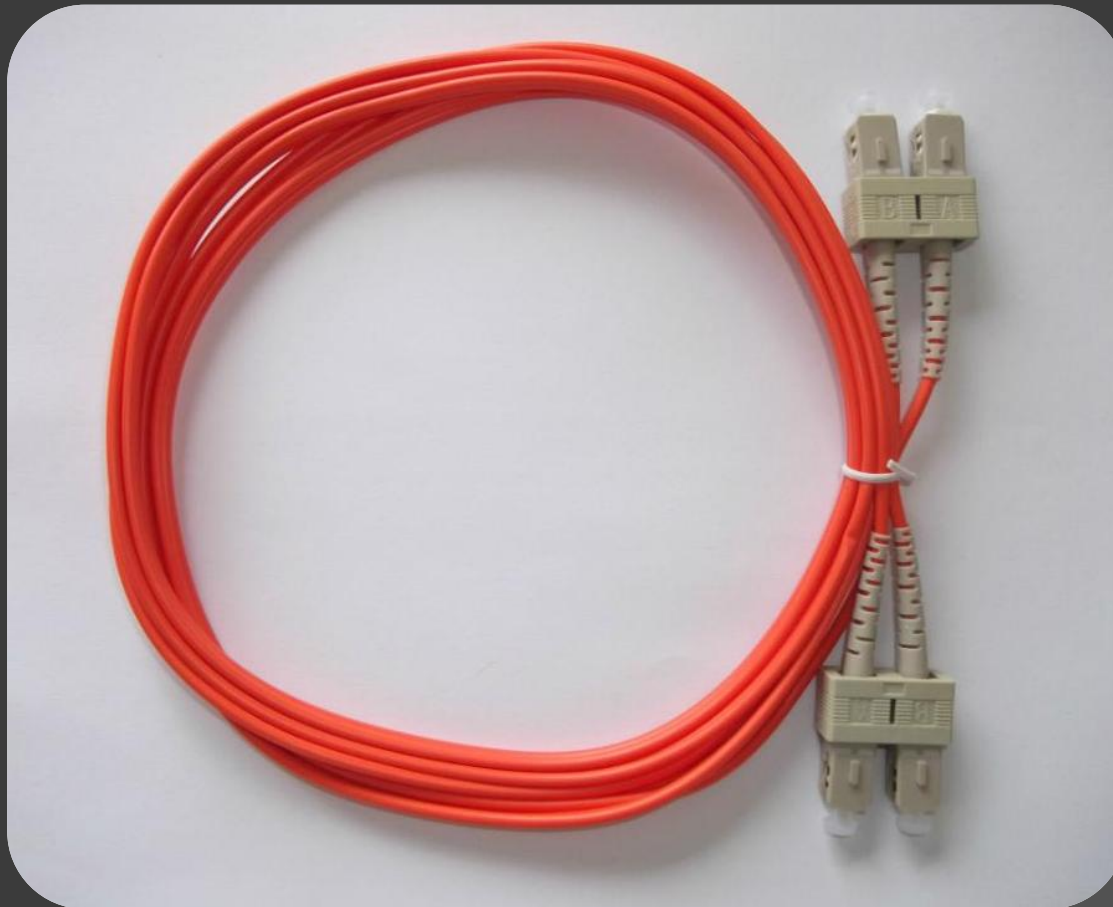
- Imaginemos agora houve um problema elétrico em um dos sites e o ativo foi desligado.

Site 1

Site 4

Site 2

Site 3

Cordões Ópticos: manobra de by-pass

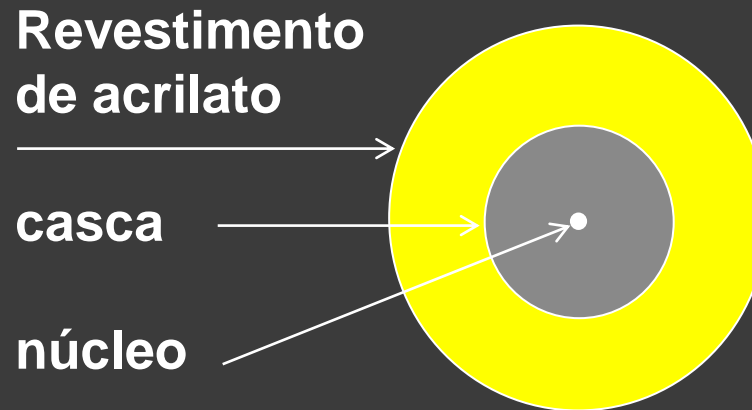
- Em cada site teremos uma infraestrutura contendo os elementos de terminação óptica vistos até aqui:

Cordões Ópticos: manobra de by-pass

Terminações Ópticas: Manipulação e preparo

- Preparo das fibras
- Alinhamento e fusão
- Acomodação de fusões
- Terminações
- Limpeza de conectores ópticos

Manipulação e preparo: Providências preliminares

1. Retirar a capa das pontas dos cabos que serão emendados
2. Eliminar feixes de aramida e elemento central
3. Limpar tubetes, eliminando o gel selante, se for o caso
4. Passar os cotos pelas aberturas para cabos, providenciando fixações e selagem das entradas
5. Acomodar nas ranhuras apropriadas, os tubetes cujas fibras não serão emendadas
6. Cortar os tubetes que terão fibras emendadas, limpando cuidadosamente o gel selante das fibras

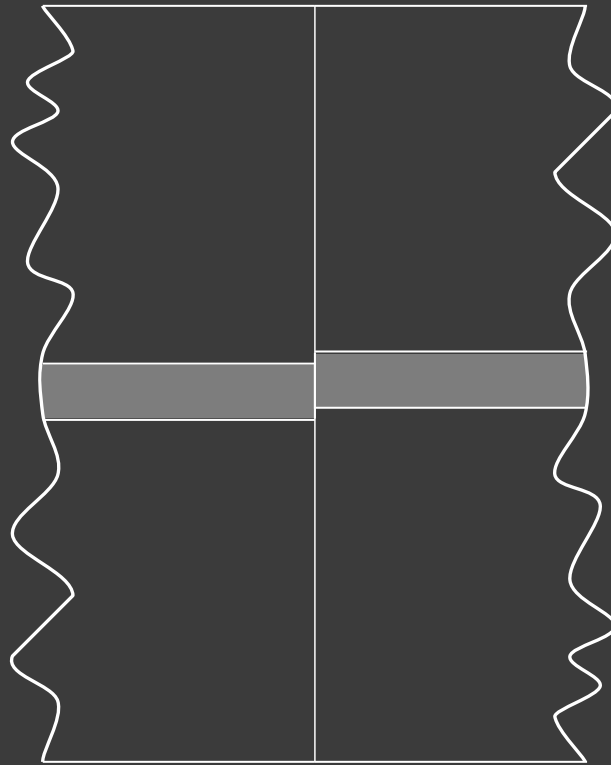
POP-BA

Preparo da fibra: Retirada do acrilato

Retirar o revestimento de acrilato

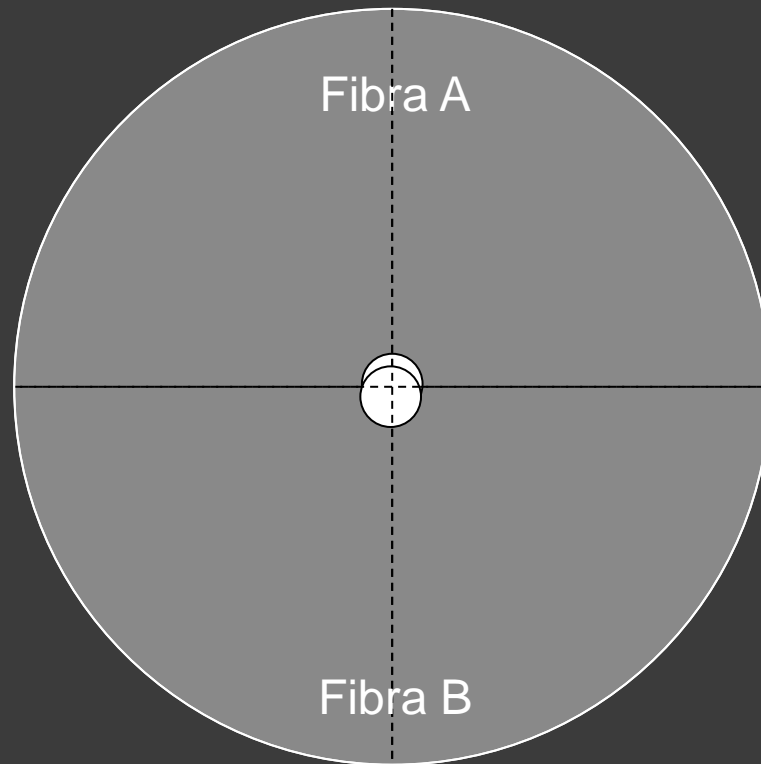
POP-BA

Preparo da fibra: Clivagem e limpeza

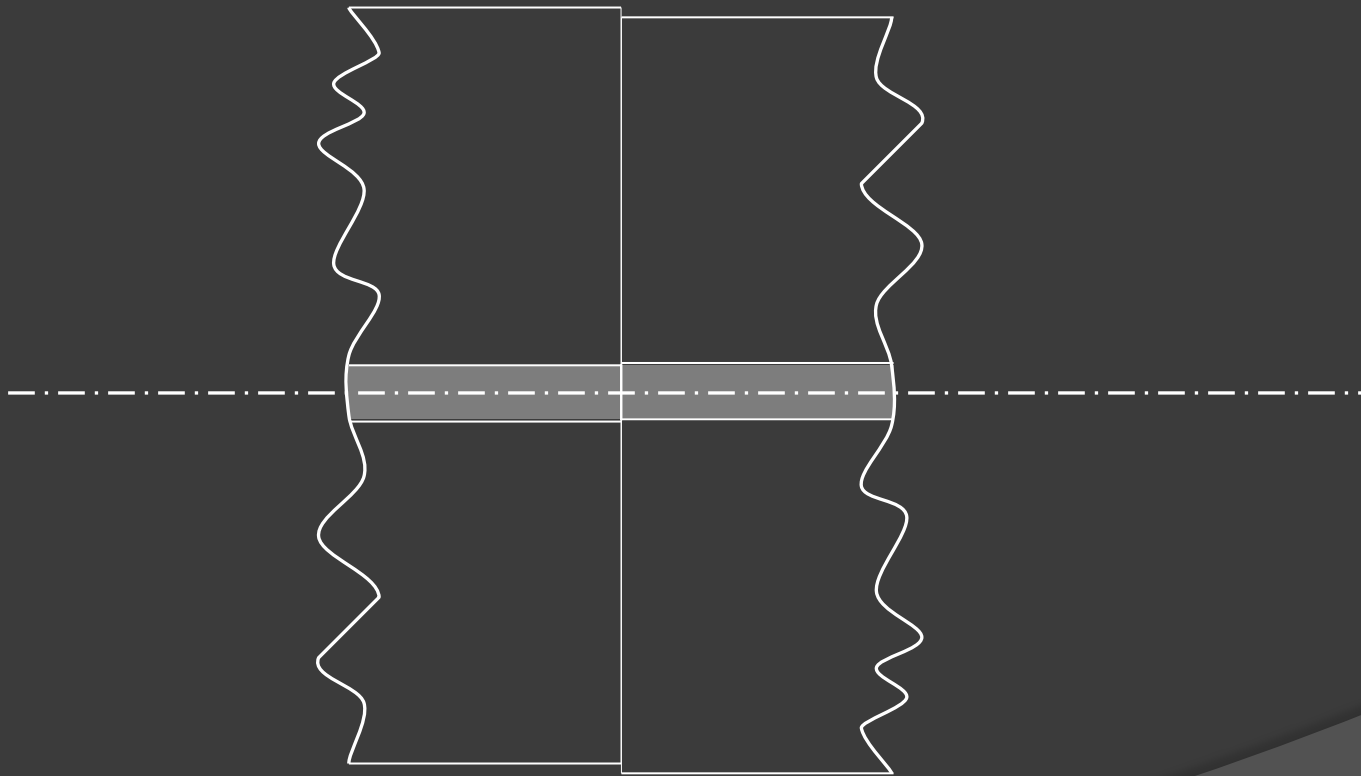
Preparo da fibra: Alinhamento e fusão (visão axial)

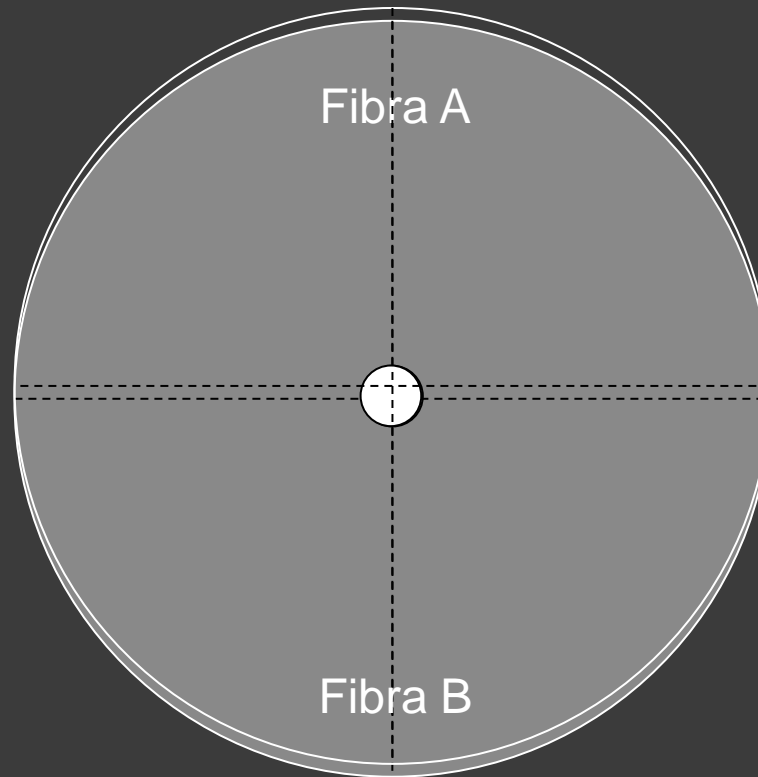
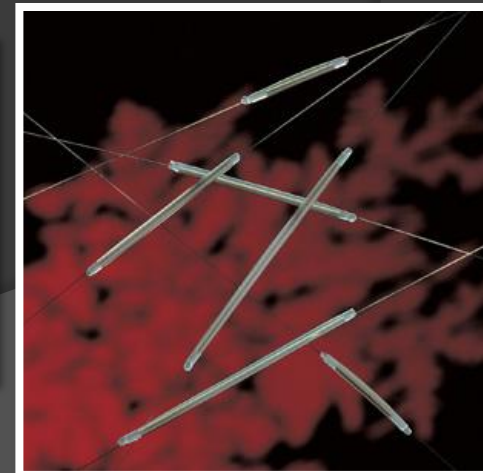
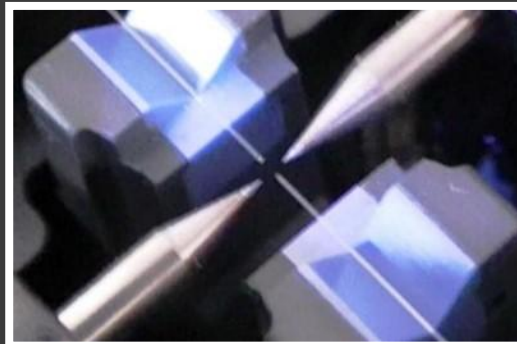
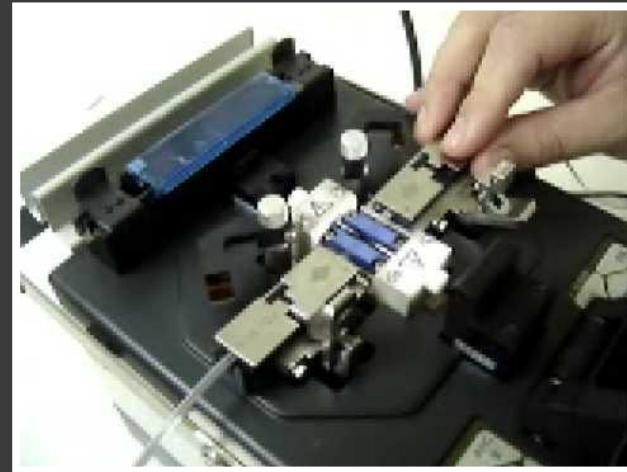
Preparo da fibra: Alinhamento e fusão (visão axial)

1. Alinhamento pela casca:

Preparo da fibra: Alinhamento e fusão (visão em corte)

1. Alinhamento pela casca:

Preparo da fibra: Alinhamento e fusão (visão axial)

1. Alinhamento pelo núcleo:

POP-BA

Preparo da fibra: Alinhamento e fusão (visão em corte)

1. Alinhamento pelo núcleo:

Máquina de Fusão Óptica

2- Infraestrutura de Sistemas Ópticos

2.3 – Emendas Ópticas

Emendas Ópticas (EOs)

- Em uma rede óptica, quando se faz necessário conectar dois cabos ópticos, fazemos uso de uma **Emenda Óptica** (EO);
- As Emendas Ópticas (EO) são utilizadas em diversas situações durante a construção de uma rede óptica e, posteriormente, pós a rede já estar em operação:
  - Conexão entre cabos de distintos carreteis;
  - Derivação de acesso;
  - Emenda de manutenção.

POP-BA

Emendas Ópticas (EOs)

- Cada ponto de emenda acarreta uma perda adicional de transmissão;

- Por este motivo, a quantidade de fusões deve ser rigorosamente controlada, para garantir que as perdas totais fiquem dentro dos limites previstos no planejamento

Emendas Ópticas: Caixas de emendas

- Para a acomodação das emendas ópticas, são utilizadas caixas de emendas;
- Existem diversos modelos de caixas de emendas. A escolha do modelo irá depender de fatores como:
  - Quantidade de fibras a serem acomodadas;
  - Capacidade de cabos suportados;
  - Uso externo, interno, fixada no lance, etc.

Emendas Ópticas: Caixas de emendas

3 - Implantação e Certificação de Sistemas Ópticos

3- Implantação e Certificação de Sistemas Ópticos

3.1 – Falhas

Falhas em Redes Ópticas

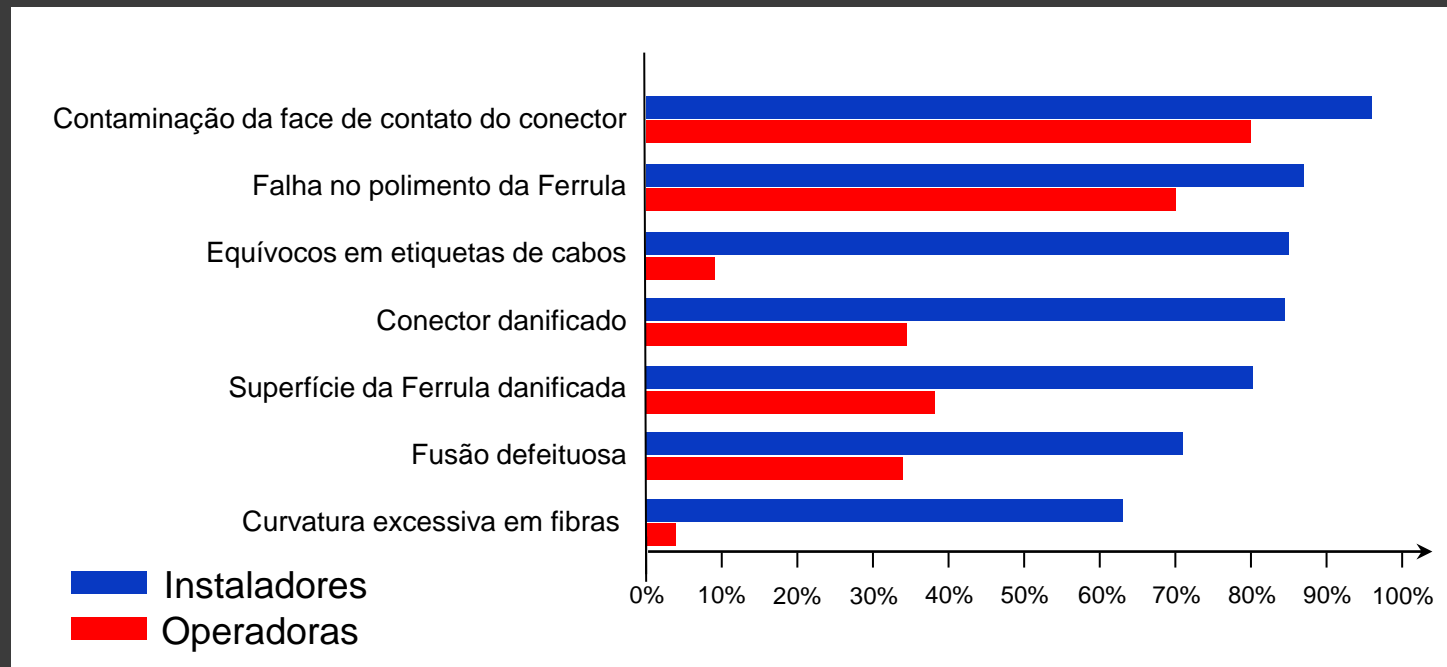
Já ouvimos sobre fibras, DIOs, fusões, conectores, cordões...

O uso desses elementos, mesmo que de forma indiscriminada, já é suficiente para a construção de uma rede sem falhas?

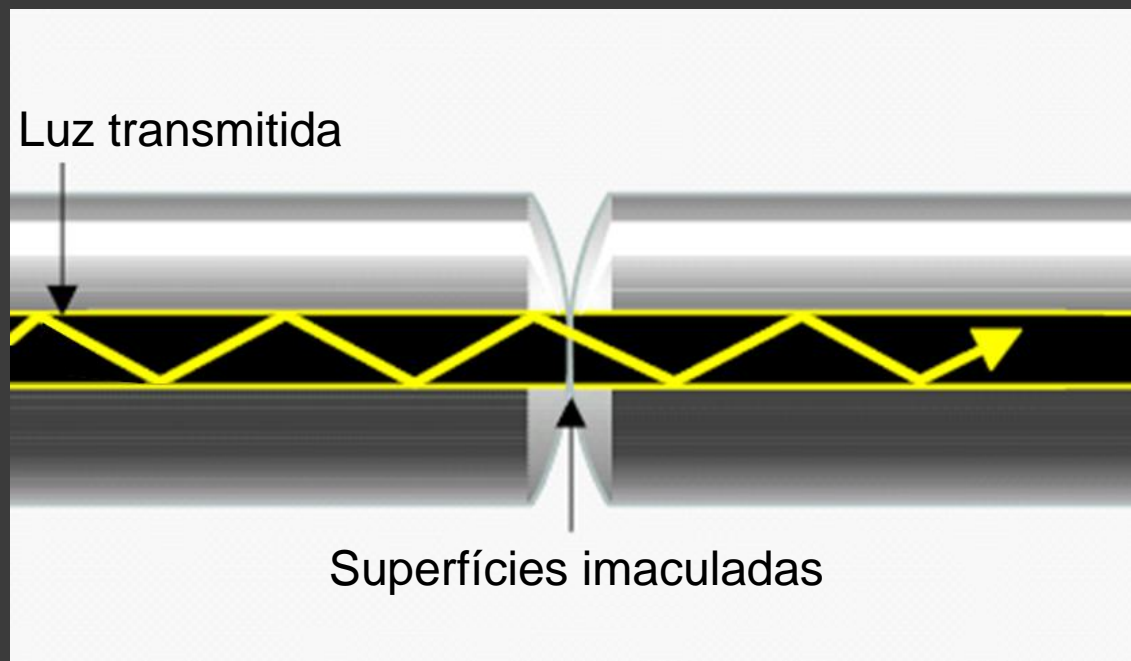
Falhas em Redes Ópticas: Motivos

Contaminação da face de contato do conector
Falha no polimento da Ferrula
Equívocos em etiquetas de cabos
Conector danificado
Superfície da Ferrula danificada
Fusão defeituosa
Curvatura excessiva em fibras

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

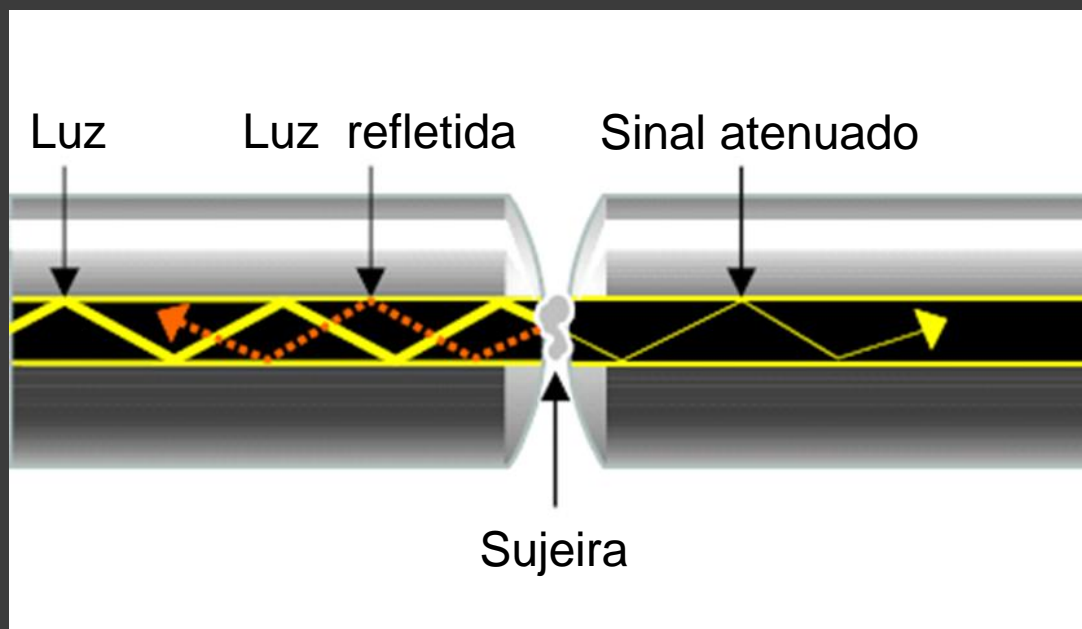
Instaladores
Operadoras

Segundo estudo realizado pela NTT, 98% dos instaladores e 80% das operadoras relatam que contaminação em conectores é a maior causa de defeito em redes ópticas

O que garante uma boa conexão mecânica?

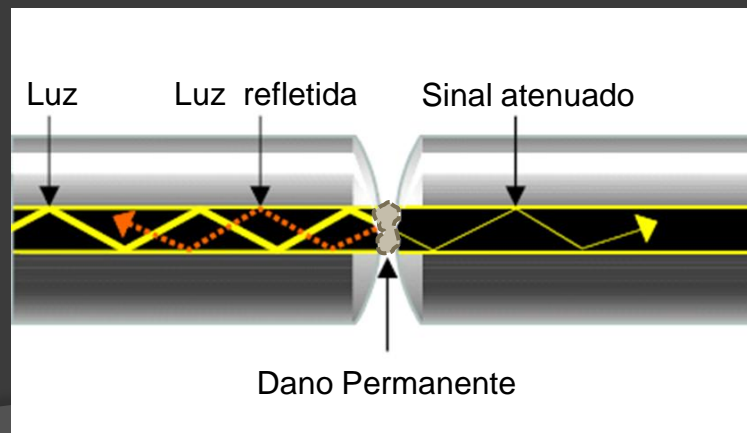
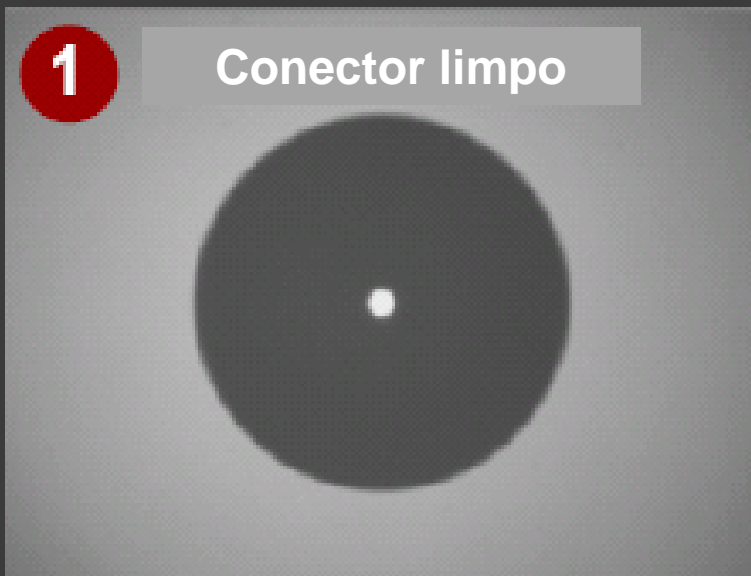
3 elementos:
- Núcleos perfeitamente alinhados
- Contacto físico
- Interface imaculada

Alinhamento perfeito e contacto físico foram totalmente solucionados a partir de projetos modernos e processos de produção otimizados

O que causa uma má conexão?

Contaminação é a principal causa de defeitos em conexões ópticas.

Desafio: Obter superfícies imaculadamente limpas.

Uma única partícula grudada no núcleo acarreta reflexões significativas, aumenta as perdas de inserção e pode causar dano em foto-emissor.

O que causa uma má conexão?

- Sujeira remanescente em conector infiltra-se na fibra
  - Se demorar para a sujeira ser removida, vão restar sulcos e lascas, que causam reflexão, atenuação e, até mesmo, danos em equipamentos;
  - Na maioria das vezes, o conector já sofreu dano permanente quando aparecem os primeiros problemas de transmissão;

Falhas em Redes Ópticas: contaminação e desempenho do sinal

Perda: 0,25 dB
Reflexão: -67,5 dB

Perda: 4,87 dB
Reflexão: -32,5 dB

Falhas em Redes Ópticas: contaminação e desempenho do sinal

Restos, poeira, graxa, felpas, etc., podem ser removidos com limpeza adequada.

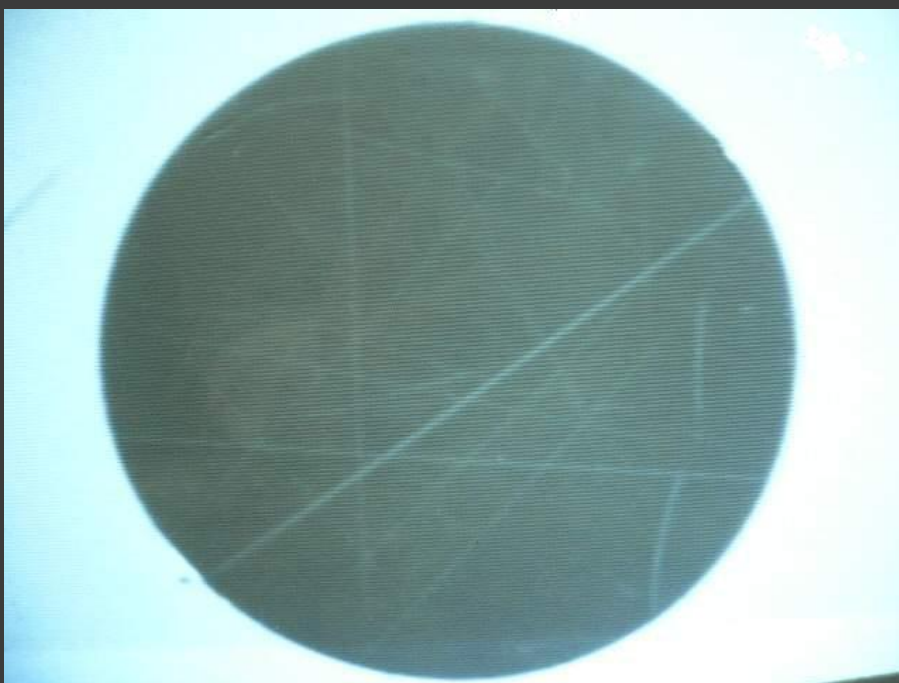
Uma vez desconsiderados, dependendo de seu tamanho, natureza e localização, podem causar diversos tipos de problemas.

Falhas em Redes Ópticas: contaminação e desempenho do sinal

Contaminação oleosa (digitais): Podem ser removidas com recurso de limpeza adequado. Este tipo de contaminação não causa aumento de IL, mas, causa redução no RL.

IL = Insertion Loss

RL = Return Loss

Falhas em Redes Ópticas: contaminação e desempenho do sinal

Riscos: Danos permanentes, normalmente produzidos durante processos de limpeza, que podem ser sanados com polimento. Dependendo do tamanho e localização, afetam o desempenho de IL e RL em diferentes níveis.

Falhas em Redes Ópticas: contaminação e desempenho do sinal

Bolhas, crostas e outros defeitos: Tratam-se de defeitos permanentes que incluem concavidades e aderências de contaminantes, produzidos por clivagem inadequada, polimento mal feito, etc.

Falhas em Redes Ópticas: contaminação e desempenho do sinal

- Contaminantes mais comuns:

Grafite

Óleo vegetal

Poeira

Pó secante

Óleo da pele

Loção para as mãos

Resíduos salinos

Resíduo de água destilada

Resíduo alcoólico

Falhas em Redes Ópticas: conexão limpa x conexão suja

1310 nm
OTDR_trace1

DIRTY CONNECTORS
Back Reflection = -32.5 dB
Total Loss = 4.87 dB

0,25 dB

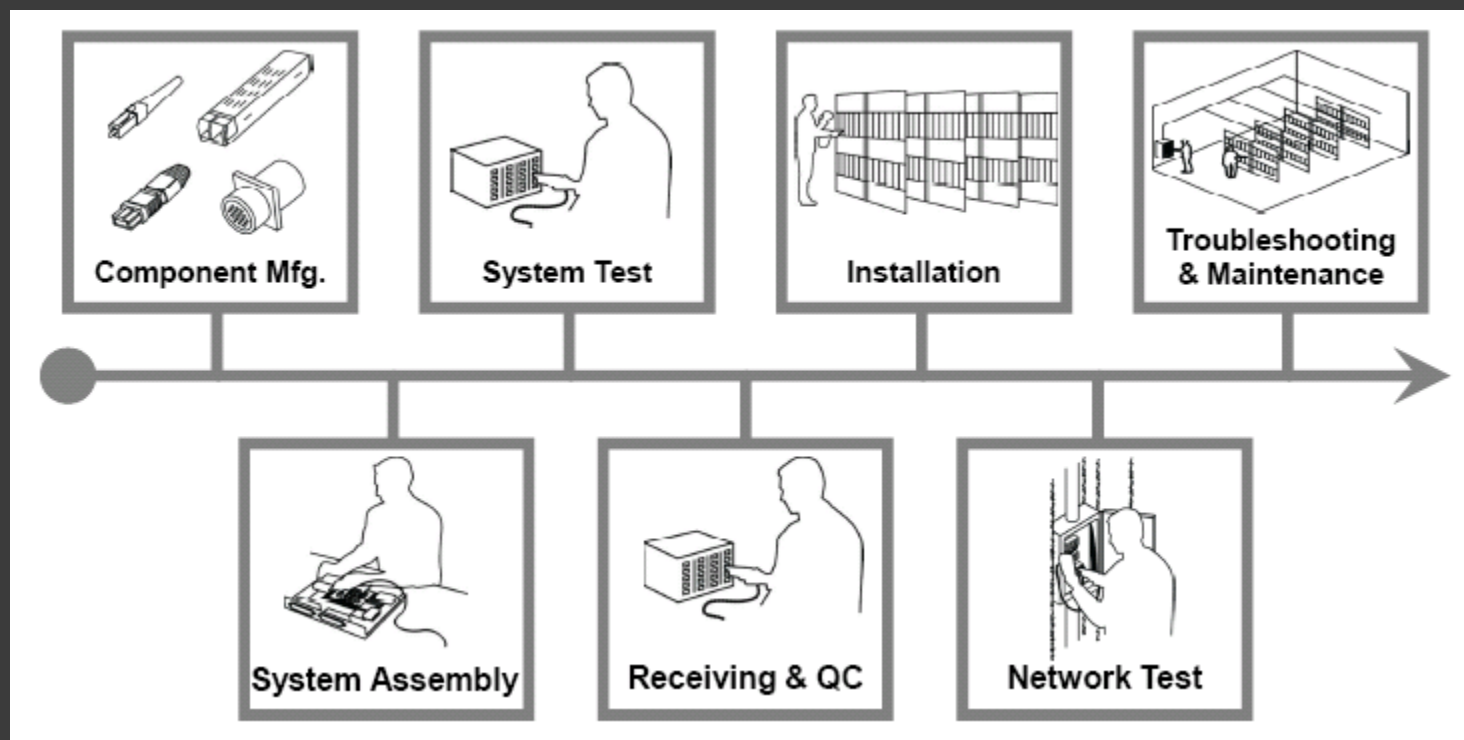
4,87 dB

A tela do OTDR comprova a significativa queda de sinal provocada por conectores sujos

Norma IEC 61300-3-35

- A norma IEC 61300-3-35 estabelece requisitos para garantir a qualidade de conectores;
- Concebida para limitar as perdas de inserção e de retorno;
- Usada como termo de referência entre fornecedores e usuários ou entre grupos de trabalho;
- Usada como condição para testes de precisão de componentes e enlaces;

Onde a Norma IEC 61300-3-35 pode ser usada?

Component Mfg.
System Test
Installation
Troubleshooting & Maintenance
System Assembly
Receiving & QC
Network Test

Na rede toda, pois, tem conector em todo lugar

Falhas em Redes Ópticas: Ferramentas de análise

Microscópio

Falhas em Redes Ópticas: Materiais de limpeza

Cassetes

Lenços secos

Gás comprimido

Solventes

Cotonetes

Falhas em Redes Ópticas: Métodos de limpeza

Aplicação \ Método de limpeza	Lenços secos e cassetes	Solventes apenas	Lenços e cassetes com solventes	Cotonetes secos	Cotonetes com solventes	Gás comprimido
Faces de conectores (em cordões)	A	N	A	A		
Faces de conectores (em adaptadores)	A	A	A			
Tubetes de alinhamento (adaptadores)	N	A	N			
Tampas e plugues protetores de terminações	N	A	N			

A = Aplicável N = Não aplicável

Não devem ser utilizados materiais e recursos que produzam cargas eletrostáticas, pois estes atraem contaminantes (Vide: Tabela 7-1 IPC-8497-1

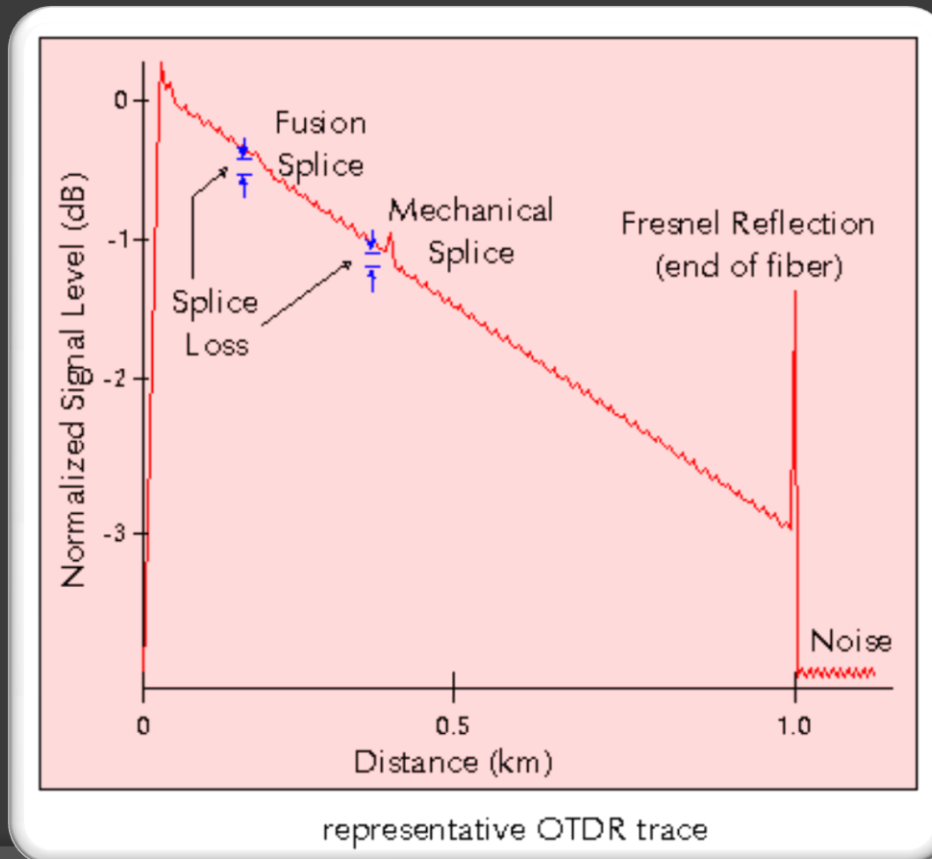
Instrumentos de Medição

Quando um problema ocorre, como testar a rede e localizar o ponto de falha?

- Devem ser utilizados instrumentos de medição das fibras:
  - Optical Time Domain Reflectometer (OTDR);
  - Power-meter;

Instrumentos de Medição

- Tela de um OTDR:

representative OTDR trace

3- Implantação e Certificação de Sistemas Ópticos

3.2 – Implantação

Premissas de Engenharia

Chegamos à etapa de implantação do projeto de rede óptica.

Antes de iniciarmos as atividades de construção da rede (lançamentos de cabo, as fusões e ativações dos enlaces, etc.), é preciso estar atento a algumas premissas.

Premissas de Engenharia

- Além de viabilidade técnica e econômica, os projetos deverão garantir os seguintes aspectos:
  - Segurança do trabalhador;
  - Bem-estar e segurança pública;
  - Segurança da rede de dados e facilidades;
  - Boas condições de operação e manutenção.

POP-BA

Implantação: Prioridades de projeto

- Cada projeto de rede óptica possui suas particularidades (presença de parcerias, restrições orçamentária, etc.);
- De uma forma geral, algumas ações podem ser priorizadas e refletirem em economia para o projeto.

Implantação: Prioridades de projeto

- Algumas ações sugeridas:

1° Uso de fibras de terceiros;

2° Cabos subterrâneos em dutos de terceiros;

3° Cabos aéreos em postes de terceiros;

4° Cabos aéreos em postes próprios;

5° Cabos subterrâneos em dutos próprios.

Implantação: Prioridades de projeto

- Algumas ações sugeridas:
  - Sempre que possível, buscar parcerias para construção de infraestrutura subterrânea (dutos);
  - Sempre que possível, viabilizar contratos que envolvam cessão, troca ou aluguel de fibras;

Identificação e Etiquetamento dos Cabos

- Os cabos devem ser identificados nos seguintes locais:
  - Túneis de cabos
  - Pontos de emenda e de terminação
  - Postes
  - Caixas subterrâneas

POP-BA

Identificação e Etiquetamento dos Cabos

- As etiquetas de identificação devem conter as seguintes informações:
  - Identificador do proprietário do cabo;
  - Telefone de Emergência (preferencialmente um 0800)
  - A designação “CABO ÓPTICO”;
  - Identificação de cabo / rota;
  - Cor das etiquetas: amarelo ou laranja

Identificação e Etiquetamento dos Cabos

- Dimensões orientativas para etiquetas e tamanhos de letras:

Etiqueta:
Dimensões recomendadas: 60 mm x 100 mm
Espessura recomendada: 03 mm

Tamanho das Letras :
Identificador Proprietário: 3,5 mm;
Telefone de emergência: 4,0 mm
CABO ÓPTICO: 6,0 mm
cabo e rota: 4,0 mm

Posicionamento e fixação de caixas de emenda

1. Preferencialmente, em postes;
2. Alternativamente, em cordoalhas;
3. Caso estas alternativas não sejam viáveis, a emenda será abrigada em caixa subterrânea (Neste caso, as folgas de cabos também serão armazenadas na caixa subterrânea)

POP-BA

Levantamento de Campo

- No levantamento de campo, são obtidos os dados da rota do cabo principal, de acordo com roteiro estabelecido Manual de Projetos, entre estes, detalhes dos logradouros e das entradas dos prédios das instituições a serem atendidas pela rede

POP-BA

Levantamento de campo: entradas de prédios

- As atividades de levantamento servem para definir se infraestruturas de telecomunicações existentes podem ser usadas;
- Em entradas aéreas, o poste de entrada deverá ser incluído no levantamento;
- Em prédios de esquina, a rua pela qual se dará o atendimento também deverá ser definida nesta fase;

POP-BA

Levantamento de campo: entradas de prédios

- Se o prédio dispuser de caixas subterrâneas, dimensões internas e condições de ocupação determinarão se estas poderão ser usadas, ou não;
- Caso o prédio não disponha de infraestrutura adequada, a atividade de levantamento deve determinar o trajeto do cabo, desde a rua até a sala do DGO.

Projetos “Fotográficos” de redes internas

- Nesta modalidade de projeto, fotos são usadas para proporcionar completo entendimento dos fornecimentos e atividades a serem realizados;
- A prancha principal é um desenho esquemático mostrando o cabo indo do ponto de abordagem até o DGO;
- O esquemático contém comprimentos do cabo e todas as observações necessárias para o perfeito entendimento do projeto, incluindo a articulação das fotos.

Projetos "Fotográficos" de redes internas

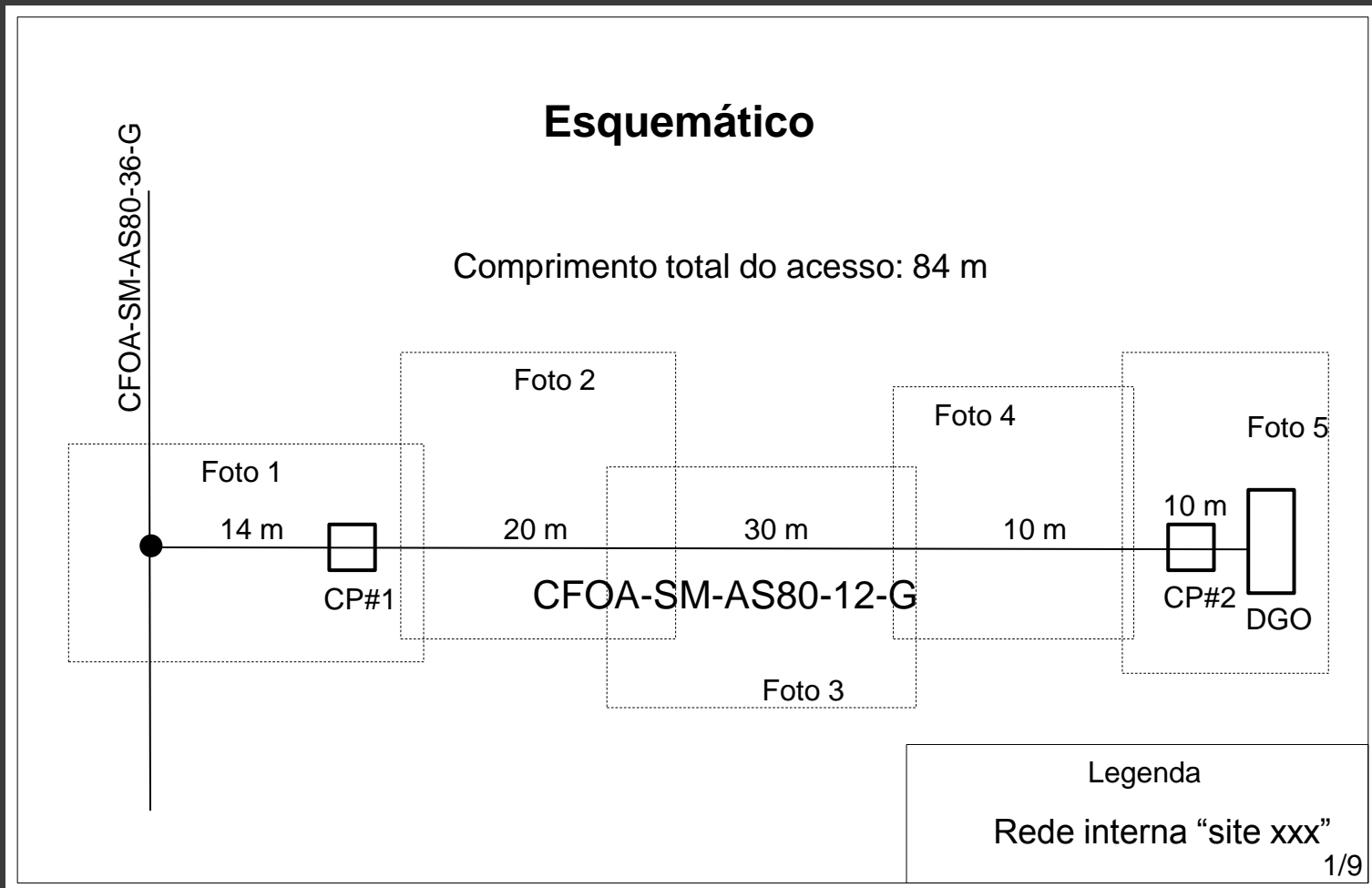
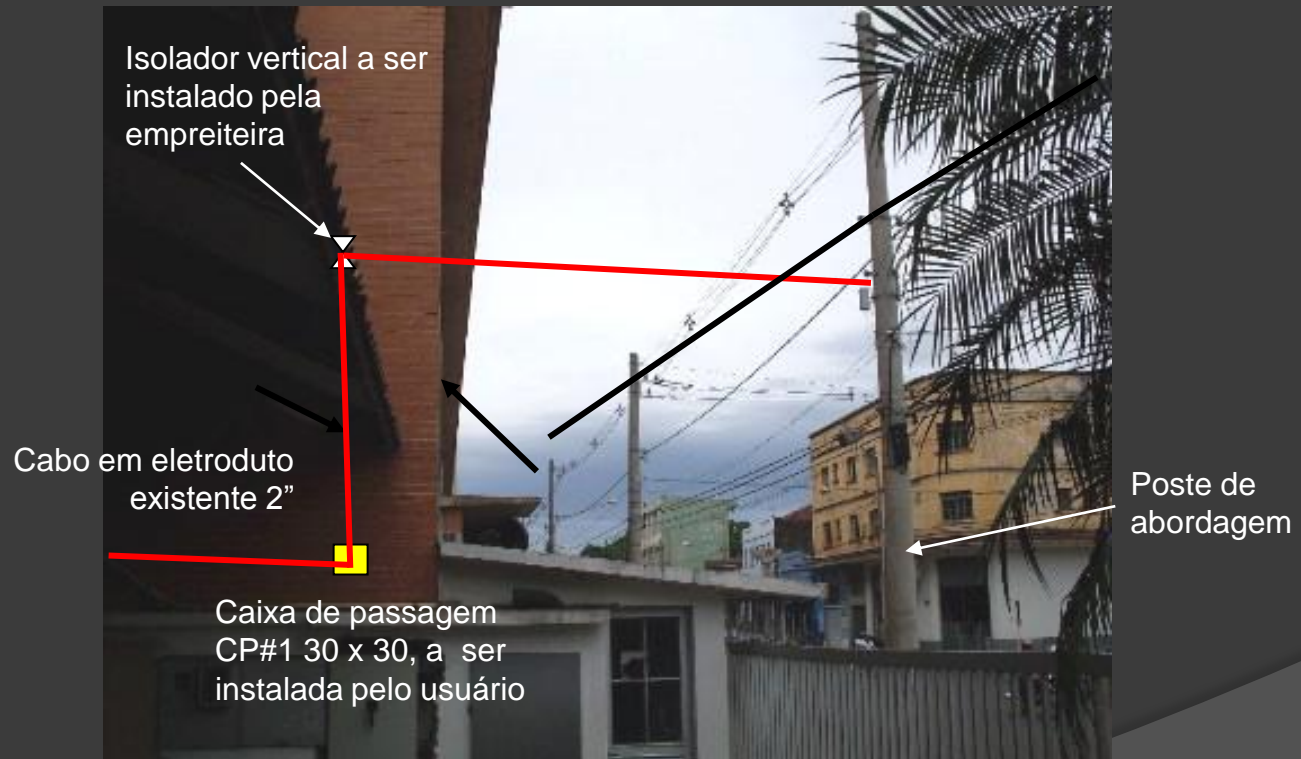
POP-BA

Desenhos de Projeto e Cadastro

Foto 1

Legenda

Rede interna “site xxx”

Desenhos de Projeto e Cadastro

Foto 2

Cabo instalado em eletroduto existente 2" – 20 m

Legenda

Rede interna "site xxx"

Desenhos de Projeto e Cadastro

Foto 3

Legenda

Rede interna "site xxx"

Desenhos de Projeto e Cadastro

Foto 4

Legenda

Rede interna "site xxx"

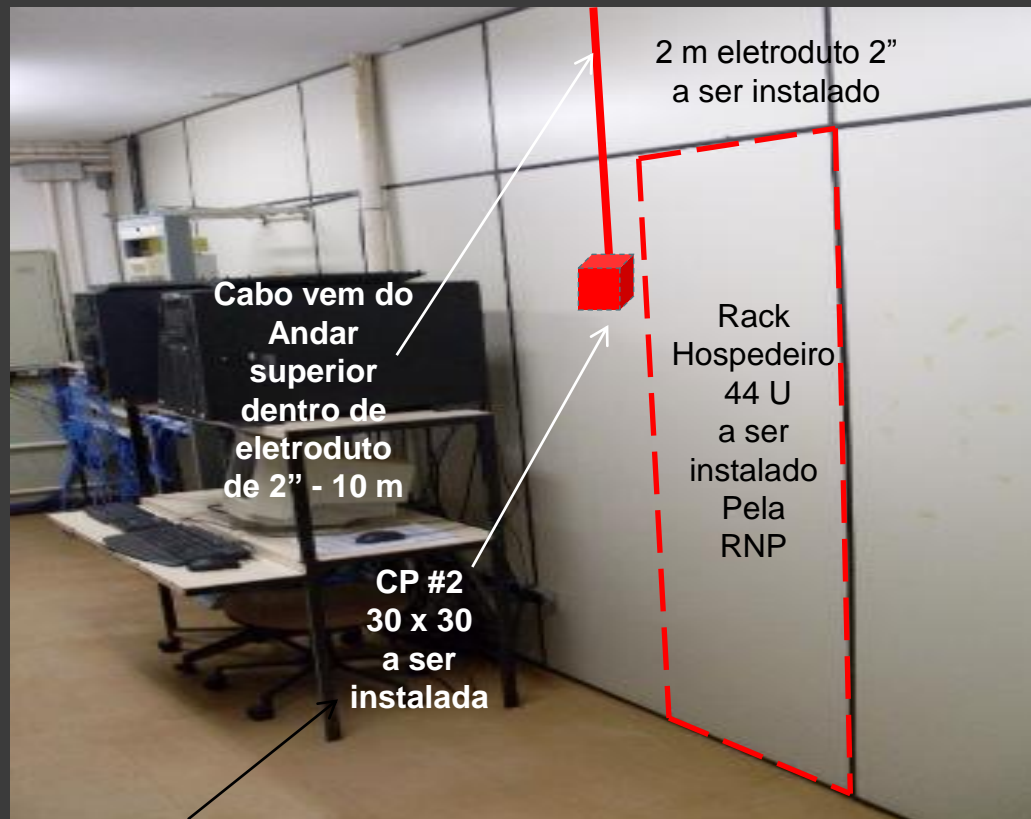
Desenhos de Projeto e Cadastro

Foto 5

2 m eletroduto 2” a ser instalado

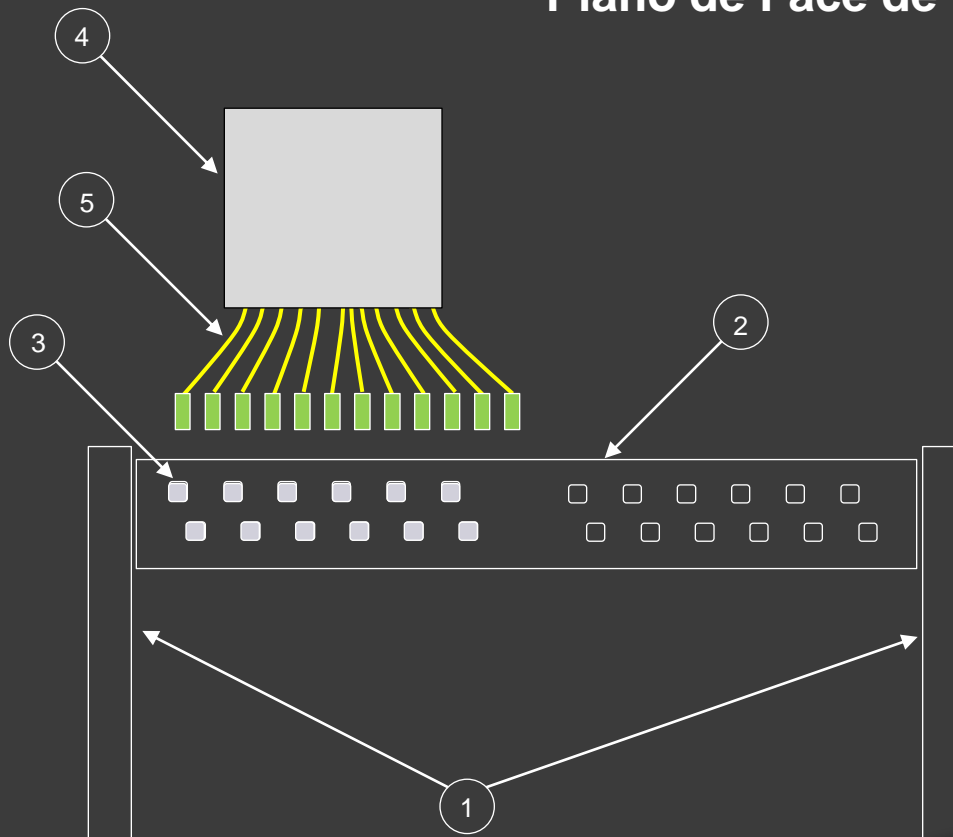
Cabo vem do Andar superior dentro de eletroduto de 2” - 10 m

Rack Hospedeiro 44 U a ser instalado Pela RNP

CP #2 30 x 30 a ser instalada

Legenda

Rede interna “site xxx”

Desenhos de Projeto e Cadastro

Plano de Face de DGO

Notas:
1. Cabo Terminado:CFOA-SM-AS-12
2. Fibras terminadas: 1 a 12
3. Numeração dos conectores corresponde à numeração das fibras

5	Cordão de terminação, com pig tail SC-APC
4	Módulo de emendas
3	Adaptador monomodo passante
2	Gaveta para adaptadores e módulo de emenda
1	Estrutura do Rack de piso
ITEM	DESCRIÇÃO

Legenda

Rede interna “site xxx”

9/9

Reservas Técnicas:

- Uma **Reserva Técnica** é uma sobra de cabo óptico que é propositalmente deixado em trechos da rede para permitir intervenções nas fibras;
- Podem ser instalados de forma aérea ou subterrânea;
- São indicadas reservas técnicas de comprimentos variados, a depender do seu papel na rede:
  - Emendas retas: 20 m de cabo de cada lado da emenda
  - Derivações: 40 m de cabo
  - Acessos futuros: 40 m de cabo

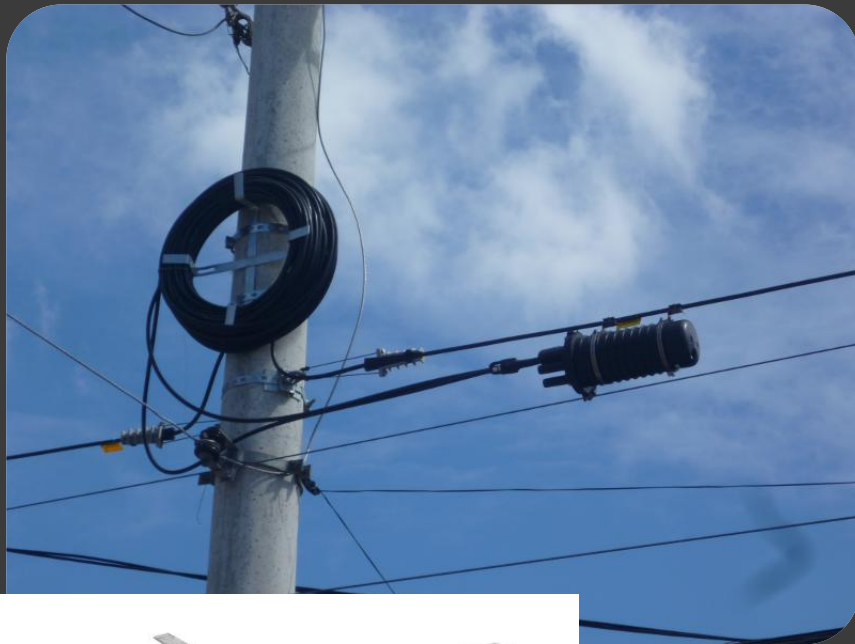
POP-BA

Reservas Técnicas:

- Em longos trechos aéreos, devem ser deixadas folgas técnicas de 40 m a cada 400 m, preferencialmente próximas de travessias;
- Em longos trechos subterrâneos, devem ser deixadas folgas técnicas de 40 m a cada 600 m (limitado ao tamanho da caixa subterrânea);

POP-BA

Reservas Técnicas:

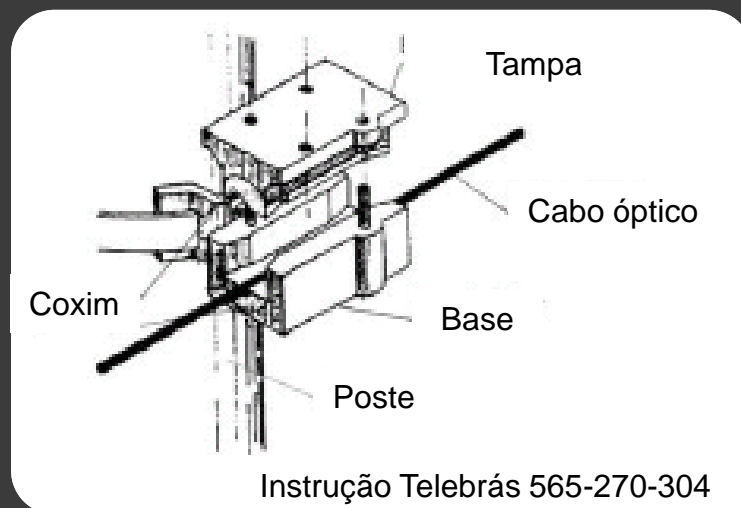
Reserva fixada em poste | **Reserva fixada no lance**

Lançamento e sustentação:

- Na instalação de cabos aéreos, o puxamento deverá ser manual, com secções de tensionamento de 200 m, iniciando-se sempre em postes com flexão de 15º, horizontal ou vertical;
- O tensionamento deve ser feito com catraca, ou talha manual, e a força aplicada deve ser controlada com dinamômetro.

POP-BA

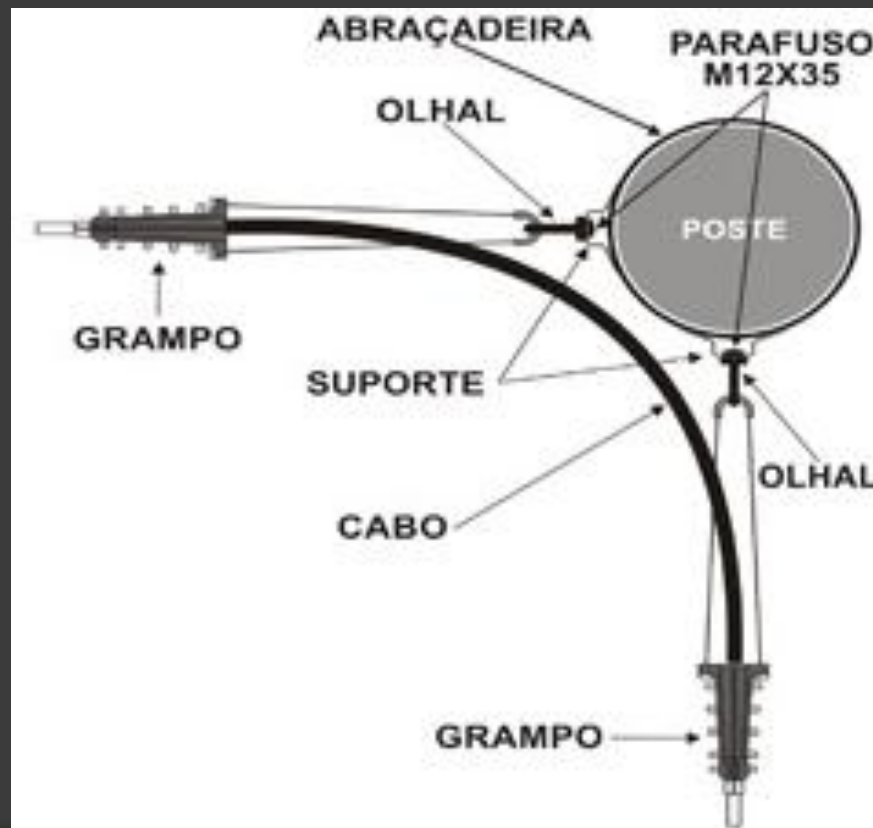
Lançamento e sustentação:

- Cabos aéreos utilizados nas Redecomep são, de preferência, autossustentados, podendo também ser espinados, desde que sejam usadas cordoalhas e fios de espinar dielétricos;
- Em cabos espinados, deve-se atentar para as tensões mecânicas a serem praticadas;
- Em cabos autossustentados, o cálculo dos esforços horizontais considera o peso do cabo por metro, multiplicado pelo comprimento do vão.

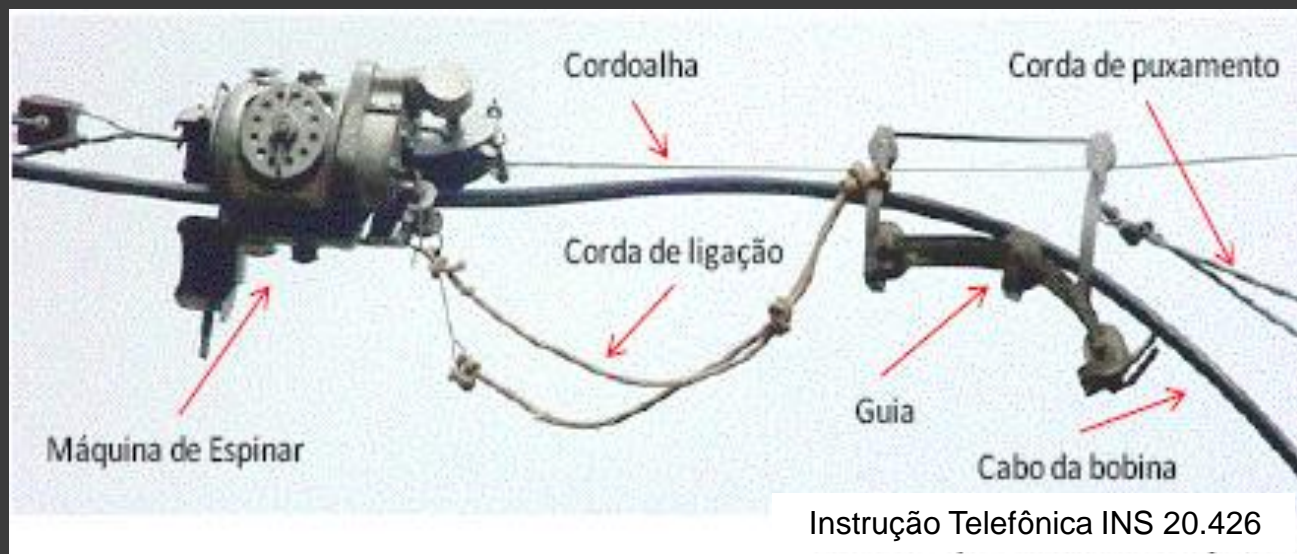
Lançamento e sustentação:

Lançamento e sustentação: Ancoragem

- **Ancoragem** é uma técnica utilizada para garantir o tracionamento do cabo na rede. Utilizada em:
  - Lances muito longos sem estrutura de sustentação;
  - Encaminhamentos da rede que impõem a realização de uma curva no cabo;

Lançamento e sustentação: Ancoragem

Função curvatura

Lançamento e sustentação: Espinamento

- **O <u>Espinamento</u>** é uma técnica utilizada para garantir a sustentação de cabos aéreos.

Instrução Telefônica INS 20.426

Construção de Dutos:

- A empresa contratada deverá consultar o órgão competente para tomar conhecimento de exigências de sinalização diurna e noturna, antes de iniciar qualquer serviço, para prevenir acidentes e proteger os locais das obras;
- Em travessias difíceis, definirá ser realizado estudo de melhor método de construção (abertura de valas ou MND);

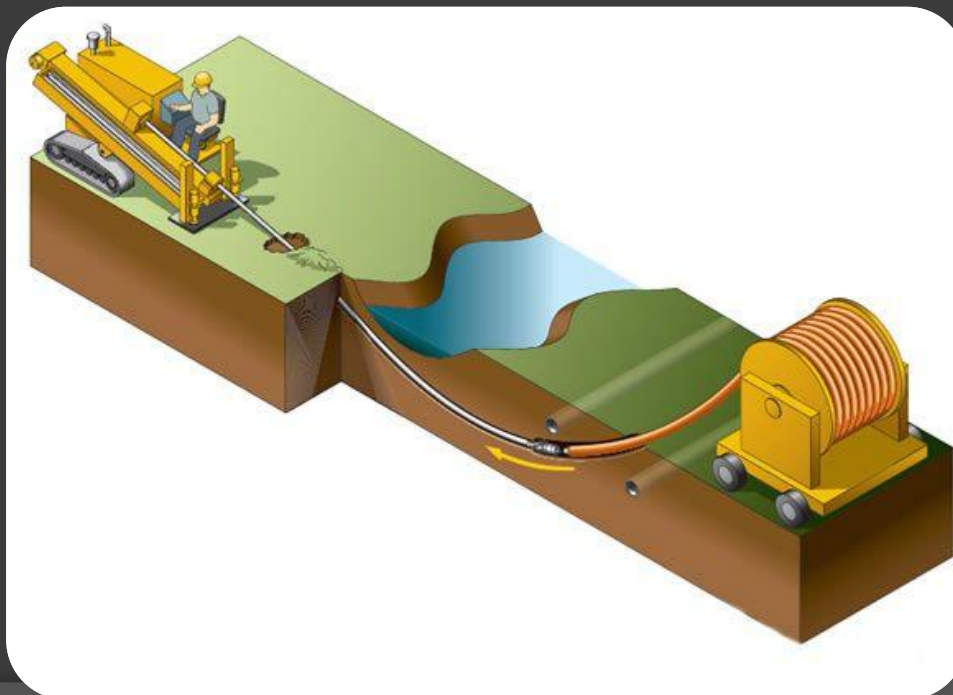
POP-BA

Construção de Dutos:

- Deverá ser realizada demarcação das caixas subterrâneas e das linhas de dutos;
- A empresa contratada deve negociar locais para depósito de material escavado com o órgão competente da prefeitura;
- Durante a construção, deverão ser providenciados pontos de travessia com perfis metálicos e as valas abertas devem ser protegidas por tapumes
- Os dutos deverão ser construídos preferencialmente sob calçadas.

POP-BA

Construção de Dutos: Método não-destrutivo (MND)

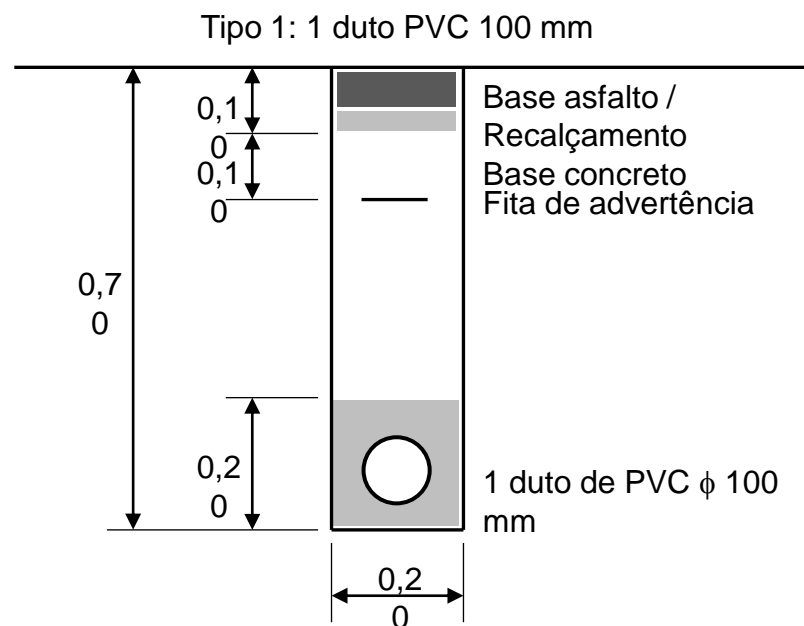
- O **Método não-destrutivo (MND)** permite a construção de dutos sem a necessidade de abrir uma vala por todo o trecho do duto.

Construção de Dutos: Método não-destrutivo (MND)

- Outros links interessantes:
  - http://www.youtube.com/watch?v=Z9SYGdNId9U
  - http://www.youtube.com/watch?v=pbYv5Q97kME
  - http://www.youtube.com/watch?v=_Y4ncTDRJQ4
  - http://www.youtube.com/watch?v=GjHkZffr2nA

Links acessíveis em 26/09/2013

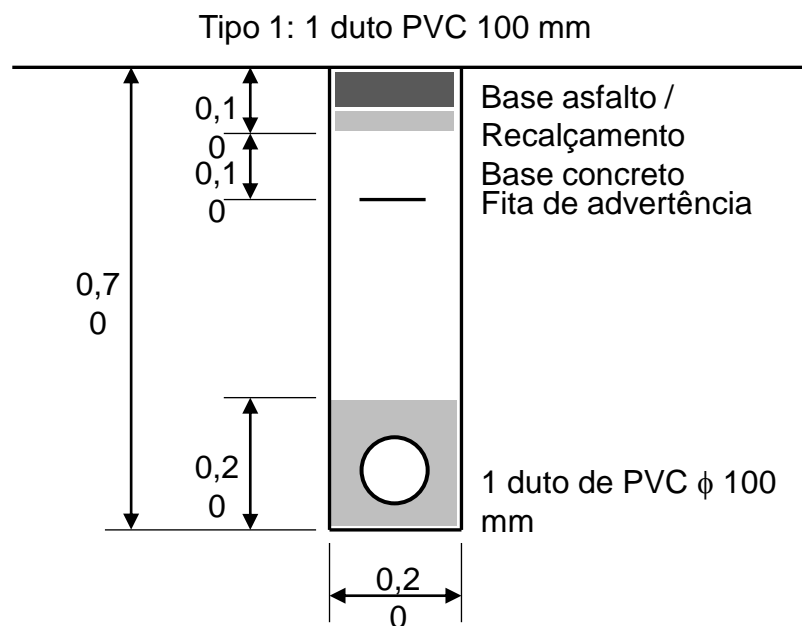
Construção de Dutos: Método destrutivo

- No **Método destrutivo** o duto é inserido em vala aberta em durante todo o percurso subterrâneo. Posteriormente a vala é novamente preenchida, nivelando o terreno.

Construção de Dutos: Método destrutivo

Formação de duto

- De um modo geral, os dutos são envolvidos com areia. Em casos especiais, são envelopados em concreto;
- O material removido das valas não poderá ser reutilizado caso contenha muitas impurezas;
- Solo pantanoso deverá ser substituído por solo limpo e seco, procedente de outro local.

POP-BA

Construção de Dutos: Método destrutivo

Formação de duto

- O reaterro será executado em camadas;
- O local das obras deverá ser deixado nas condições originais;
- Após a conclusão dos serviços, os dutos precisam der testados com mandril;

3- Implantação e Certificação de Sistemas Ópticos

3.3 – Obrigações Contratuais

Contrato: Esclarecimentos

- **Objeto**: Contrato para construção de rede óptica;
- **Contratante**: Instituição responsável pela idealização do projeto;
- **Contratada**: Empresa de engenharia que irá prestar o serviço de construção da rede;

POP-BA

Responsabilidades: Da Contratante

- Fornecer cópia de "Contrato de Uso Mútuo de Postes", ou de "Acordos" firmados para construção em vias públicas, sendo que os prazos contratuais serão contados a partir destes eventos;
- Caso os agendamentos deixem de ser cumpridos, os atrasos deverão ser compensados em atividades subsequentes.
- Verificar se o projeto está levando em consideração todos os códigos e padrões previstos nos manuais de projetos utilizados;

POP-BA

Responsabilidades: Da Contratante

- Relacionar os clientes da rede que receberão racks, para gerar os planos de face;
- Elaborar e fornecer cronograma de visitação das instituições a serem ligadas à rede.
- Liberar os pagamentos de acordo com o contrato

Responsabilidades: Da Contrada

- Dispor de Responsável Técnico qualificado;
- Elaborar desenhos, planilhas, memoriais descritivos e fornecer outras informações necessárias para obtenção de licenças e construção das redes;
- Utilizar simbologias, escalas e formatos de desenho que atendam as exigências dos órgãos licenciadores.

Responsabilidades: Da Contrada

- Fornecer cópias em papel de todos os documentos de projeto, Planilha de Orçamento definitiva, Mapa chave, Mapa dos projetos, Plano de emendas;
- Antes de ocupar postes e canalizações de terceiros, ou de construir dutos em vias públicas, rodovias, pontes, etc., elaborar desenhos detalhados dos projetos e encaminhá-los às autoridades responsáveis pela emissão de Licenças e autorizações de Construção;
- Colocar amarrações nos desenhos de caixas subterrâneas e de dutos, indicando os obstáculos que possam dificultar a construção;

POP-BA

Responsabilidades: Da Contrada

- Os desenhos de projeto devem ser apresentados de forma precisa e completa, devendo refletir a realidade de campo, desde sua primeira emissão, até as fases de projeto, construção e cadastro
- Entregar uma cópia, em meio digital, de toda a documentação produzida;

POP-BA

3- Implantação e Certificação de Sistemas Ópticos

3.3 – Documentação

Memorial Descritivo

- Todo projeto precisa de um **Memorial Descritivo**;
- Documento concebido para fornecer informações básicas:
  - Número do contrato que deu origem ao projeto
  - Designação do projeto
  - Data de elaboração do projeto
  - Número do contrato
  - Aprovações necessárias

Memorial Descritivo

- O memorial deve fornecer também informações estatística e descrição técnica do projeto:
  - Quantidade total de cabos, dutos e caixas subterrâneas projetadas
  - Pontos de interconexão com outras redes
  - Informações de interesse específico
  - Lista de materiais
  - Planilha de orçamento, etc.

POP-BA

Facilidades de Terceiros

- Sempre que possível, os projetos devem ser enriquecidos com informações sobre facilidades subterrâneas como energia, esgoto, água, gás e telecomunicações, bem como com notícias de escavações recentes e acidentes geográficos;
- As facilidades de terceiros, incluídas em contratos de parceria ou de cessão de direitos, como dutos existentes, cabos e fibras apagadas, devem ser claramente identificados nos desenhos;

Facilidades de Terceiros

- Nos pontos de interface, devem ser acrescentados desenhos de detalhes e notas explicativas;

POP-BA

Denominação dos Cabos nos Desenhos

- Os cabos devem ser discriminados nas plantas conforme tipo e capacidade.
- Este detalhamento é fundamental para as reservas futuras e usos das fibras presentes nos cabos em cada trecho da rede.
  - Cabos com menor capacidade vão permitir quantidade menor de reservas.

3- Implantação e Certificação de Sistemas Ópticos

3.4 – Aceite

Requisitos verificados na aceitação de projetos de Redes Subterrâneas

- ❑ Traçados de cabos e dutos ✓Corretos
- ❑ Pontos com restrição de escavação ✓Identificados
- ❑ Distâncias C-C entre caixas subterrâneas ✓Marcadas
- ❑ Caixas subterrâneas projetadas ✓Com cotas de amarração
- ❑ Pontos de subida de laterais ✓Identificados
- ❑ Tipo, capacidade e comprimentos ✓Identificados
- ❑ Lances de dutos ✓Cortes transversais mostrando detalhes

POP-BA

Requisitos verificados na aceitação de projetos de Redes Aéreas

- Afastamentos mínimos de condutores da rede elétrica ✓Indicados
- Identificação do cabo ✓Identificação realizada
- Tensões em postes de deflexão e ancoragem ✓Indicadas
- Comprimentos de vãos ✓Indicados
- Pontos de emenda e terminação de cabos ✓Indicados
- Pranchas individuais de projetos de entrada aérea em instituições ✓Elaboradas
- Pranchas individuais de projetos de travessias de estradas e pontes ✓Elaboradas

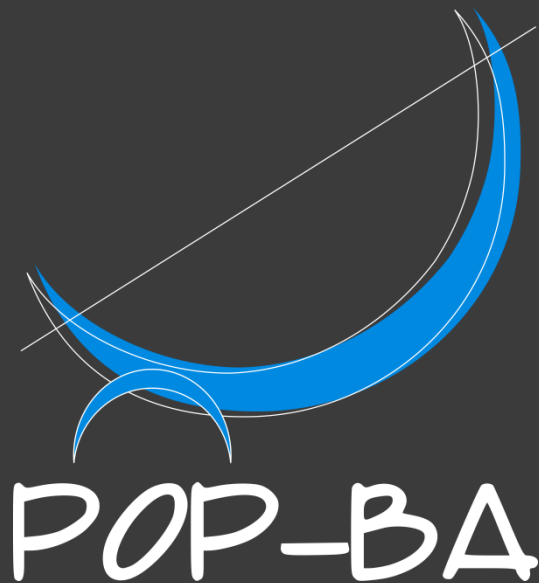
Requisitos verificados na aceitação de projetos de Redes Aéreas

- ❑ Empresa proprietária do poste ✓Indicada
- ❑ Tipo, altura, capacidade e número do poste projetado ✓Indicados
- ❑ Distâncias entre postes ✓Indicadas
- ❑ Cortes, mostrando a posição do cabo no poste ✓Elaborados

Pontos de sobra de cabo ✓Indicados

Pontos de aterramento ✓Indicados

POP-BA

4- Atividade Prática: Fusão de fibras ópticas

IV WTR do PoP-BA

25 a 27 de Setembro de 2013 – Salvador/BA

Luiz Barreto

luiz@pop-ba.rnp.br